УЛ. САЛАУХІН

0,00001



УЛ. САЛАУХІН

0,00001

АДНА СТОТЫСЯЧНАЯ



ВЫДАВЕЦТВА «БЕЛАРУСЬ»
МІНСК 1971

Мастак Г. Крычэўскі

Салаухін Ул.

Адна стотысячная. Мн., «Беларусь», 1971.
64 с. з іл. 8000 экз. 13 к.

Чаму ў Беларусі прадаюць ёдзіраваную соль? Ці можна знайсці карысныя выкапні, вывучаючы расліны? Чаму ў чалавека кроў чырвоная, у рака — блакітная, а ў марскіх зорак — чорная?

На гэтыя і дзесяткі іншых пытанняў адказвае навука аб мікраэлементах.

Пра велізарнае значэнне мікраэлементаў у жыцці ўсяго, што існуе на Зямлі, пра тое, як яны дапамагаюць змагацца з рознымі захворваннямі, як з іх дапамогай узрастае прадукцыйнасць жывёлагадоўлі, павялічваюцца ўраджаі, і расказваецца ў гэтай навукова-папулярнай кнізе.

7-6-3 / 253-71 57.04

С 16

РАЗДЗЕЛ ПЕРШЫ,

У ЯКІМ СЦВЯРДЖАЕЦЦА, ШТО ЎСЁ Ў ПРЫРОДЗЕ ЎЗАЕМАЗВЯЗАНА



Кожнаму, хто спрабаваў на язык марскую ваду, знаёмы яе горка-салёны смак. Чаму яна такая? Вядома, не таму, што, як сцвярджае жарт, у моры плаваюць селядцы. Проста ў марской вадзе растворапы ўсе рэчывы, з якіх складаецца зямная кара.

Адкуль і як трапілі яны ў марскую ваду? З сушы, разам з вадой рэк і рачулак. Вада — добры растваральнік, і пакуль дабіраецца да мора, паспявае і растварыць, і вымыць з зямлі самыя разнастайныя рэчывы. Крыніцы — і тыя, што даюць пачатак ручаям і рэчкам, і тыя, што б'юць з дна мораў,— выносяць з сабой хімічныя элементы, якія залягаюць часам на вялікай глыбіні.

Не так ужо і многа раствораиа ў літры рачной вады розных рэчываў. Аднак штогод у моры і акіяны сцякаюць мільёны кубічных кіламетраў вады. І колькасць раствораных рэчываў налічваецца мільёнамі тон. Вось таму вада ў моры і салёная.

Ну, усё гэта рэчы больш-менш знаёмыя. Але мала хто ведае, што мінеральны, гэта значыць солевы, састаў марской вады вельмі блізкі да солевага саставу крыві чалавека і жывёл. Праўда, некаторая розніца ёсць — у марской вадзе канцэнтрацыя солей большая. Падабенства ж саставаў даказваецца простым доследам — сэрца лягушкі, змешчанае ў разбаўленую марскую ваду, жыве гэтак жа доўга, як і ў крыві.

Цікава адзначыць, што солевы састаў крыві ў людзей, якія жывуць з пакалення ў пакаленне на берагах мораў ці акіянаў, і ў тых, хто іх нават ні разу не бачыў, практычна аднолькавы.

І яшчэ адна акалічнасць.

Кроў аднаго віду жывёл у бялковых і іншых адносінах вельмі адрозніваецца ад крыві іншых відаў, а таксама і чалавека. Аднак солевы састаў ва ўсіх іх амаль адзін і той жа.

Вядома, столькі супадзенняў — не выпадковасць. Тлумачацца яны тым, што жыццё першапачаткова зарадзілася ў Сусветным акіяне. За сотні мільёнаў гадоў, якія мінулі з таго часу, акіян «засаліўся»; рэчкі ж, як і раней, працягвалі несці ў яго раствораныя мінеральныя рэчывы, а выпараецца з яго паверхні адна вада. Значыць, у той час, калі зараджалася жыццё, канцэнтрацыя солей у Сусветным акіяне была такая, як сёння ў крыві чалавека і жывёл. У іх яна засталася на ранейшым узроўні, а ў акіяне з цягам часу павялічылася.

З гэтага можна зрабіць вывад, што ў кожным жывым арганізме змяшчаюцца ўсе хімічныя элементы з вядомай табліцы Д. І. Мендзялеева. Сапраўды, амаль усе. «Амаль» — не таму што, скажам, у нас з вамі чагосьці няма. Ёсць, бясспрэчна, уся табліца. Справа толькі ў тым, што некаторыя элементы знаходзяцца ў такой малой колькасці, што навука пакуль яшчэ не знайшла, як іх вызначыць. Усяго ж удалося выявіць ужо больш за семдзесят элементаў.

Аднак наяўнасць хімічных элементаў у жывых арганізмах і ўстанаўленне факта, што састаў крыві ў многім падобны да саставу марской вады, зусім не робіць лягчэйшай задачу даведацца, а як гэтыя элементы ў арганізмы трапілі. І, з другога боку,— ці мала гэтых элементаў, ці многа, але паколькі сувязь з морам спынілася мільёны гадоў назад, то, магчыма, цяпер наяўнасць іх у арганізме проста архаізм і яны — нікому не патрэбныя прымесі...

Яшчэ якіх-небудзь сто гадоў назад большасць вучоных лічыла, што ўсё жывое складаецца толькі са спецыяльных, «жывых», элементаў — вугляроду, вадароду, кіслароду, натрыю, калію, фосфару, серы і некаторых іншых, а астатняя «хімія» — шкодныя прымесі, якія прыводзяць да старэння і захворванняў.

Праўда, у гэты ж, прыкладна, час з'явіліся і першыя навуковыя работы, якія спрабавалі высветліць ісціну. Рускія вучоныя Д. Н. Зайкоўскі,

С. С. Боткін і П. Н. Булатаў прысвяцілі свае дысертацыі вывучэнню медзі, рубідыя, цэзія і нікеля ў арганізме чалавека.

Колькасць даследаванняў, пры якіх выяўляліся ўсё новыя і новыя «прымесі» ў арганізмах жывёл і чалавека, расла, як снежны камяк. Пачалі выяўляцца і некаторыя заканамернасці ўзаемасувязі паміж канцэнтрацыяй асобных элементаў у арганізмах і наяўнасцю іх у глебах розных геаграфічных мясцовасцей. Так, напрыклад, выявілася, што ў Забайкаллі, дзе зямная кара складаецца ў асноўным з базальтаў і змяшчае вельмі мала элемента кальцыя, але многа стронцыя, такія ж прапорцыі канцэнтрацыі іх былі выяўлены і ў арганізме. Гэта дазволіла адгадаць прычыну цяжкага захворвання, распаўсюджанага ў Забайкаллі і названага ураўскай хваробай (па прозвішчу ўрача, які апісаў яе).

Амаль у трэцяй часткі (31 %) карэнных жыхароў паселішча Анкаван на тэрыторыі Арменіі сустракаецца хвароба падагра. Даследаванне паказала, што і глеба, і арганізмы людзей у гэтай мясцовасці змяшчаюць ў 3—10 разоў больш малібдэну, чым у іншых месцах.

Высветлілася, што ў балоцістых раёнах Беларусі глебы змяшчаюць параўнаўча мала медзі і фтору. Мала гэтых элементаў і ў арганізме людзей, якія там жывуць.

Факты аб рознай канцэнтрацыі хімічных рэчываў як у арганізме, так і ў глебах усё часцей і часцей з'яўляліся ў друку: паведамленні з Амерыкі (лішак берылію на тэрыторыі штата Віскансін), з Новай Зеландыі (на адным з астравоў у людзей ніколі не баляць зубы, а ў крыві многа фтору), са Швейцарыі (ужыванне ў горных раёнах талай вады, якая бяжыць з ледавікоў, збядняе арганізм солямі) і г. д., і да т. п.

Старанна супаставіўшы ўсе гэтыя звесткі, глыбока вывучыўшы кругаварот рэчываў у прыродзе, рускі вучоны акадэмік В. І. Вярнадскі ў 1891 годзе стварыў тэорыю аб адзінстве жывой і нежывой прыроды, аб абавязковых узаемасувязях паміж глебамі, водамі, раслінамі, жывёламі і чалавекам. У выніку сваіх даследаванняў ён з поўнай падставай заявіў: «Арганізм па-за сувяззю з зямной карой рэальна ў прыродзе не існуе...»

Найвялікшай заслугай В. І. Вярнадскага і яго вучняў з'явілася распрацоўка вучэння аб біягеахімічных правінцыях. Расшыфроўваецца гэтае паняцце так: бія — жывы, геа — у даным выпадку зямная кара, хімічныя — рэчывы, якія вызначаюць састаў зямной кары і здольны пераходзіць з глебы ў расліны і жывыя арганізмы, правінцыя — геаграфічная тэрыторыя,

якая не залежыць ад адміністрацыйнага і палітычнага падзелу, але адзіная іменна па асаблівасцях саставу зямной кары. Напрыклад, у правінцыю, якая характэрна недахопам медзі і фтору, уваходзяць нізінныя раёны Беларусі, Украіны, Польшчы і РСФСР.

Такім чынам, біягеахімічная правінцыя — гэта тэрыторыя, на якой ёсць нейкія агульныя асаблівасці ў хімічным саставе раслінных і жывёльных арганізмаў.

Адны правінцыі вельмі вялікія, другія вызначаюцца межамі якога-небудзь невялікага вострава. Часам на тэрыторыі адной правінцыі размяшчаецца другая, часта абумоўленая наяўнасцю багатых месцанараджэнняў розных выкапняў.

Як жа, якім шляхам жывы арганізм атрымлівае і падтрымлівае свой мінеральны састаў? Вада метэаралагічных ападкаў, крыніц, ручаёў, рэк, азёраў растварае мінеральныя рэчывы, якія знаходзяцца ў глебе. Дапамагаюць растварэнню ваганні тэмпературы, уздзеянне святла, выветрыванне горных парод, жыццядзейнасць мікраарганізмаў, якія раскладаюць арганічныя рэшткі, працоўная дзейнасць чалавека і многае іншае. Раствораныя ў вадзе рэчывы часткова паглынаюцца раслінамі, часткова сцякаюць у рэкі або азёры. Расліны з'ядаюцца жывёламі, а многія — і чалавекам. І жывёлы і чалавек п'юць багатую або бедную (у залежнасці ад правінцыі) элементамі ваду. Чалавек ужывае ў ежу мяса жывёл, а з ім, вядома, і мінеральныя рэчывы. Так што ланцужок прасачыць няцяжка. Пасля смерці жывога арганізма мінеральныя рэчывы зноў трапляюць у глебу і зноў уключаюцца ў кругаварот.

Растваральнасць хімічных элементаў — гэта тое галоўнае, што вызначае іх наяўнасць у вадзе, а значыць, у раслінах, жывёлах і чалавеку. Так, напрыклад, у зямной кары многа крэмнію (27,6%) і алюмінію (8,5%). У той жа час у жывых арганізмах крэмній і алюміній змяшчаюцца ў вельмі невялікіх дозах — усяго 0,00001 працэнта вагі. Гэта значыць, што ў арганізме чалавека вагой 70 кілаграмаў крэмнію і алюмінію знаходзіцца не больш чым па 7 грамаў. І гэта толькі з прычыны іх дрэннай растваральнасці. Праўда, усё жывое прыстасавалася нармальна жыць якраз пры такой нізкай канцэнтрацыі крэмнію і алюмінію.

Горш, калі ў нейкай правінцыі адзін або некалькі элементаў з ліку тых, што звычайна раствараюцца добра, аказваюцца ў нерастваральным стане. Тады, як у моры — плывеш па вадзе, а паміраеш ад смагі,— насту-

пае дэфіцыт гэтага элемента, а за ім — захворванне. Для прыкладу можна ўказаць на балоцістыя глебы Беларусі, дзе ёду многа, але знаходзіцца ён у нерастваральным стане. Таму і развіваецца ёдная недастатковасць, якая прыводзіць да валляка. Для ліквідацыі дэфіцыту ёду ў нас прадаюць ёдзіраваную спажыўную соль.

В. І. Вярнадскі прапанаваў падзяліць усе наяўныя ў арганізме хімічныя рэчывы на тры асноўныя групы — макраэлементы, мікраэлементы і ультрамікраэлементы.

Да макраэлементаў адносяцца тыя рэчывы, канцэнтрацыя якіх у арганізме перавышае сотыя долі працэнта,— гэта кісларод, вадарод, вуглярод, азот, кальцый, калій, магній, сера, натрый і некаторыя іншыя. З іх складаюцца бялкі і тлушчы, косці і кроў... Напрыклад, вадарод уваходзіць у састаў вады, а яе ў арганізме ад 70% па вазе ў дзяцей да 50% — у старых. Вуглярод уваходзіць у састаў усіх арганічных рэчываў. Пра кісларод і гаварыць не прыходзіцца — 65% вагі цела прыпадае іменна на яго.

Наяўнасць мікраэлементаў — цынку, медзі, марганцу, хрому, нікелю, кобальту, малібдэну, ванадыю, ёду і іншых — у 10—10 000 разоў меншая, чым макраэлементаў.

І зусім нязначная колькасць — мільённыя і трыльённыя долі вагавага працэнта — прыпадае на ультрамікраэлементы — золата, ртуць, радый, аргон і інш. Раней іх не прымалі пад увагу. Лічыць ультрамікраэлементы неабходнымі для



жыццядзейнасці арганізма вучоныя сталі не так даўно, усяго некалькі дзесяцігоддзяў назад.

Складанасць заключаецца ў тым, што велічыні, якімі вызначаюць канцэнтрацыю элементаў, у розных даследчыкаў вельмі часта не супадаюць. Мала таго, нават у аднаго вучонага вынікі даследаванняў, зробленыя ў розныя гады, могуць аказацца неаднолькавымі. Прычын гэтаму некалькі: уплыў біягеахімічных правінцый, недасканаласць аналізаў, а галоўнае, індывідуальныя і відавыя асаблівасці раслін і жывых арганізмаў.

Ёсць віды раслін і жывёл, якія «вельмі любяць» некаторыя элементы і ў першую чаргу здабываюць іх з глебы або вады. Так, напрыклад, марская водарасць ламінарыя назапашвае ёду ў сваіх лістках і ствалах у дзесяткі тысяч разоў больш, чым любая водарасць прэсных вадаёмаў. Кроў марскіх зорак чорная, таму што пігментам — афарбоўваючым рэчывам — яе з'яўляецца ванадый, канцэнтрацыя якога ў марскіх зорак у мільёны разоў большая, чым, напрыклад, у каровы. У ракаў, у тым ліку і нашага, рачнога, кроў блакітная, таму што замест жалеза, якое афарбоўвае ў чырвоны колер кроў іншых жывёл, кроў рака ўтрымлівае медзь. Натуральна, што агульная колькасць медзі ў целе ракаў вельмі вялікая.

Сярод сухапутных раслін таксама ёсць «прыхільнікі» некаторых мікраэлементаў. Неабходны для аховы зубоў ад карыёзу фтор збірае ў сваім пер'і цыбуля, назапашваюць яго таксама салата і асабліва пятрушка. Часнок выбірае з глебы уран, «сяброўскія адносіны» заўважаны паміж марганцам і малінай...

Нават у самім жывым арганізме элементы размяркоўваюцца нераўнамерна — ёд амаль увесь збіраецца ў шчытавіднай залозе, кальцый — у костках шкілета, жалеза — у крыві. Сапраўдным складам для большасці мікраэлементаў з'яўляецца пячонка. Праўда, слова «склад» трэба разумець не ў прамым сэнсе, таму што элементы не столькі захоўваюцца ў пячонцы, колькі перапрацоўваюцца ў ёй, размяркоўваюцца паміж органамі і тканкамі, уключаюцца ў абмен рэчываў.

РАЗДЗЕЛ ДРУГІ, У ЯКІМ АЎТАР СКАРДЗІЦЦА НА ТОЕ, ЯК ЦЯЖКА ДАСЛЕДАВАЦЬ МІКРАЭЛЕМЕНТЫ



Шчыра кажучы, я доўга вагаўся: пісаць гэты раздзел ці не. Справа ў тым, што размова ў ім павінна ісці пра тое, як робяцца аналізы мікраэлементаў. А апісанне розных аналізаў — часта вельмі складаных і карпатлівых — трэба рабіць грунтоўна і падрабязна, а значыць, доўга і не заўсёды цікава.

А калі не даваць апісанне? Таксама нельга — шмат што для чытачоў будзе незразумела.

Не, трэба даваць гэты раздзел, хоць ён, магчыма, і пакажацца сумнаватым. Мэта ж кніжкі — папулярызацыя перадавога напрамку навукі. А навука — гэта заўсёды сур'ёзна, гэта заўсёды патрабуе пэўнага намагання і напружанасці. Тых, хто здольны на гэта, раздзел не напалохае. Ну, а калі каму-небудзь далей чытаць не захочацца, што ж — відаць, у чалавека ёсць іншыя інтарэсы.

Дык вось. Мы хочам даведацца, колькі грамаў марганцу знаходзіцца ў крыві дарослага чалавека. З дапамогай такога аналізу вызначаюцца біягеахімічныя адрозненні правінцый, даследуецца ўплыў характару ежы, пары году і іншых фактараў на наяўнасць мікраэлементаў у арганізме чалавека. І, вядома, каб ведаць, як змяняецца канцэнтрацыя марганцу ў час якога-небудзь захворвання, трэба спачатку даследаваць, колькі яго бывае ў нармальных умовах.

Дык колькі грамаў марганцу знаходзіцца ў крыві здаровага дарослага чалавека?

Спачатку правядзём невялікі арыфметычны падлік. У арганізме чалавека канцэнтрацыя марганцу складае ў сярэднім некалькі тысячных частак працэнта. Значыць, абсалютная колькасць гэтага элемента будзе вагацца ад 5 да 10 грамаў.

Але гэта ва ўсім арганізме. Мы ж хочам вызначыць наяўнасць марганцу ў крыві. Калі ўлічыць, што марганец знаходзіцца і ў іншых органах і тканках, ды яшчэ яго назапашвае пячонка, то на долю крыві прыпадзе, відаць, не больш паловы грама.

Зразумела, што дзеля нават самага важнага аналізу ўсю кроў з чалавека выпускаць ніхто не будзе. І наогул, праводзячы любое даследаванне, трэба цвёрда памятаць першы і галоўны закон медыцыны: «Не нашкодзь!» Таму для аналізу бяруць не больш дзесяці мілілітраў крыві. Але ў дзесяці мілілітрах крыві марганцу будзе зусім нязначная колькасць — прыкладна 0,00001 грама. Адна стотысячная. Прычым, гэта — у сярэднім. А можа ж стацца, што ў каго-небудзь марганцу яшчэ менш — у сто, а то нават і тысячу разоў.

Цяпер зразумела, чаму яшчэ не так даўно большасць знойдзеных хімічных элементаў у арганічных тканках і крыві лічылі выпадковымі прымесямі — паспрабуй дакажы, што адна стотысячная частка грама марганцу ў пробе крыві з'ява заканамерная і неабходная, а не выпадковая, звязаная з тым, што гэты элемент трапіў у раствор са стальной іголкі...

Дарэчы, перш чым брацца за вызначэнне мікраэлементаў, вельмі старанна выбіраюць лабараторнае абсталяванне і посуд. Простае шкло пры ўздзеянні на яго кіслотамі і шчолачамі,— а без іх не абысціся,— выдзеліць у пробу больш мікраэлементаў, чым іх ёсць у крыві. Таму шкло колбаў, прабірак, піпетак павінна быць асаблівай якасці.

Такія ж патрабаванні ставяць і перад ціглямі — living рознага памеру фарфоравымі кубачкамі, у якіх праходзіць першапачатковая апрацоўка крыві — высушванне і спальванне. Па той жа прычыне нельга ўжываць гумавыя трубкі і коркі, звычайную фільтравальную паперу, капронавыя накрыўкі і іншае. Нават вадой з водаправода — чыстай, празрыстай, смачнай — і то нельга карыстацца.

Але асаблівую ўвагу надаюць рэактывам, гэта значыць рэчывам, якія ўжываюцца ў розных рэакцыях. Па ступені ачысткі і прыгатавання яны

дзеляцца на: тэхнічныя (ачышчаюцца дрэнна); чыстыя, якія абазначаюць вялікай літарай Ч; чыстыя для аналізу — ЧДА і, нарэшце, хімічна чыстыя — ХЧ. Пры рабоце з мікраэлементамі выкарыстоўваюць толькі ЧДА і ХЧ, але лепш толькі адны ХЧ.

Вельмі сур'ёзным, працаёмкім і, гаворачы па праўдзе, непрыемным працэсам з'яўляецца мыццё посуду. Нічога агульнага з мыццём посуду, якім мы займаемся дома, гэта не мае. Калі дома мы абмяжоўваемся тым, што пад струменем гарачай вады патром талерку мачалкай або анучкай, то з пункту гледжання вызначэння мікраэлементаў такое мыццё не дае абсалютна нічога.

З якога высакаякаснага шкла ні рабіўся б посуд, з якога б цудоўнага фарфору ні былі зроблены ціглі, проста так, як яны трапляюць з завода, іх выкарыстоўваць нельга.

Каб пазбавіцца ад тэхнічных прысадак і бруду ўпакоўкі, ціглі замочваюць у сумесі салянай і азотнай кіслот, так званай «царскай гарэлцы». Назва гэтая пайшла не ад таго, што такім пітвом «забаўляліся» цары,— ніякае горла не вытрымае яго, а таму што ў «гарэлцы» раствараецца цар металаў — золата.

Ціглі кладуць у спецыяльныя слоікі — эксікатары — з герметычнай накрыўкай і трымаюць іх там не менш чым два дні. Добра яшчэ класці ціглі ў парожні эксікатар, а потым ужо ліць туды кіслоты. Клопаты невялікія. Але паколькі ў адной і той жа «гарэлцы» можна замачваць посуд некалькі разоў, то надыходзіць момант, калі трэба класці ціглі ў пасудзіну, ужо запоўненую кіслотамі.

Вось тут і пачынаецца самая «вясёлая» работа. Металічнымі абцугамі карыстацца нельга,— раствараюцца, «растаюць». Драўляныя абвугліваюцца проста на вачах. Рукой не залезеш. Яно, канечне, можна і рукой, але потым ужо будзеш займацца не аналізам, а сінтэзам — аднаўляць спаленую скуру і мышцы.

Выратоўвае гумавая пальчатка, прычым кожны раз новая — гума ад кіслот вельмі хутка становіцца крохкай, у любы момант можа парвацца, і тады ўраз спаліш руку.

У кіслотах, асабліва такіх агрэсіўных, як азотная і саляная, раствараюцца тлушчы. Акрамя таго, яны «спальваюць» пілавінне, саломінкі, пыл і бруд. Але самае галоўнае — у кіслотах ачышчаецца паверхневы слой фарфоравай глазуры і шкла, які ўтрымлівае разнастайныя элементы.

Калі іх не выдаліць перад пачаткам аналізу, то яны трапяць потым у пробу і сапсуюць усе паказчыкі.

Пасля замочвання цiглі адмываюць ад «царскай гарэлкі» праточнай вадой. Потым доўга мыюць дыстыляванай вадой, а пад канец — двойчы дыстыляванай. І толькі пасля гэтага іх пускаюць у работу.

У дваццаціпрацэнтнай салянай кіслаце на некалькі дзён замочваюць шкляны посуд. Для той жа мэты. Праўда, толькі новы (цiглі, як правіла, выкарыстоўваюць адзін раз, а шкло — гадамі). Аднак шкляны посуд, у адрозненне ад фарфоравага, некаторы час трымаюць яшчэ і ў растворах едкіх шчолачаў — ёсць солі, якія кіслотамі не раствараюцца.

Часу на мыццё ідзе шмат, халатаў, штаноў і кашуль прапальваецца кіслотамі яшчэ больш, а праклёнаў ужо на гэтую «чортаву гарэлку»...

Але робім. Трэба рабіць. І прытым, самому — вельмі ўжо адказная работа, каб каму-небудзь яе можна было даверыць.

Ну, а як жа выявіць такую малую колькасць марганцу ў пробе крыві? І не проста выявіць, а яшчэ і з высокай дакладнасцю даведацца, колькі яго там? Карацей кажучы, правесці не якасны, а колькасны аналіз. У крыві, як ужо гаварылася, змяшчаюцца ўсе элементы, пералічаныя ў табліцы Д. І. Мендзялеева. І многія з гэтых элементаў у велізарнай, у параўнанні з марганцам, колькасці — тыя ж натрый, калій, жалеза, кальцый, магній... Як відаць, перш за ўсё трэба ад ўсіх пабочных рэчываў пазбавіцца. Але ж іх не менш сямідзесяці. Будзеш, скажам, пазбаўляцца ад жалеза, ды незнарок і ад марганца яшчэ пазбавішся... І калі нават з кожным з сямідзесяці будзе выдаляцца толькі адна сотая частка наяўнага марганцу, то пасля ачысткі пробы аналіз ужо можна не праводзіць — не будзе чаго аналізаваць.

Нямала разумных галоў папрацавала над стварэннем метадаў, у якіх гэтыя недахопы былі б ліквідаваны. І зараз мы карыстаемся метадамі, якія прыгодны для вызначэння нязначных колькасцей хімічных элементаў у крыві і тканках. Апісваць нават некаторыя з іх не варта — зойме вельмі многа месца. Але каб атрымаць уяўленне аб іх складанасці, раскажу, як каларыметрычна вызначаюць марганец у крыві.

...Спачатку з вены бяруць 10 мілілітраў крыві. Кроў лепш за ўсё браць у градуіраваную (з дзяленнямі) прабірку. Гэта трэба для таго, каб дакладна ведаць, колькі крыві ўзята — лепш, калі роўна 10, але так удаецца рэдка. У лабараторыі кроў пераліваюць у фарфоравы цігель. Каб

потым не зблытаць, у каго ўзята кроў, цігель адразу ж маркіруюць — на знадворнай паверхні дна простым алоўкам пішуць рэгістрацыйны нумар.

Пералітая ў ціглі кроў ставіцца ў сушыльную шафу — прыладу, здольную доўгі час падтрымліваць пэўную тэмпературу. Для сушкі крыві патрабуецца градусаў 80—85, і хоць пры большай гарачыні сушка ішла б хутчэй, існуе небяспека, што кроў можа закіпець і распырскацца, таму тэмпературу і не павышаюць. 10 мілілітраў крыві сохне гадзін 20—40.

Цíглі з высушанай крывёй змяшчаюць у муфельную печ для спальвання. Ужо само па сабе спальванне (па навуковаму — азольванне) дазваляе пазбавіцца ад дзесяткаў розных арганічных рэчываў, і што не менш важна — адкрывае доступ да розных хімічных рэакцый з неарганічнымі.

Муфельная печ невялікая — змяшчаецца ў ёй усяго некалькі дзесяткаў ціглях. Тэмпературу ж у ёй можна падняць да 700—800 градусаў. І хоць зразумела, што чым большая гарачыня, тым хутчэй будзе ісці азольванне, аперацыю, карыстаючыся рэгулятарам, пачынаюць з даволі нізкай тэмпературы,— якой бы сухой кроў ні была да гэтага, усё роўна ў ёй яшчэ ёсць некаторая колькасць вады, і яна здольна закіпець. Калі ж гэта здарыцца, проба для далейшага аналізу непрыгодная, бо ўзважыць, колькі міліграмаў вылецела з цігля, немагчыма, а не ведаючы гэтага, мы не зможам падлічыць



наяўнасць мікраэлементаў у пробе. Лепш за ўсё наогул не ўзнімаць тэмпературу вышэй 450—500 градусаў — тады кроў ператвараецца ў тонкую шэрую павуцінку, зручную для далейшай апрацоўкі, але на гэта трэба патраціць не менш 15—20 гадзін.

І толькі пасля атрымання попелу пачынаецца сама «хімія». Яна ўключае ў сябе два этапы.

Першы этап — канчатковая ачыстка пробы ад іншых элементаў. Для яе карыстаюцца рознымі хімічнымі рэактывамі. Адны з іх ператвараюць гэтыя элементы ў нераставаральныя солі, якія выпадаюць у асадак, другія, наадварот, раствараюць іх у вадкасцях, лягчэйшых за ваду...

Другі этап наступае тады, калі ў пробе нічога, акрамя марганцу, ужо не застаецца. З яго ўтвараюць спецыяльную марганцавую соль, якая афарбавана ў ружовы колер. Чым больш марганцу ў пробе, тым больш яркі гэты колер.

Праўда, колер у солі такі далікатны, такі няўлоўны, што часта наогул нельга сказаць, афарбавана проба ці не. І тут на дапамогу прыходзіць прыбор — фотаэлектракаларыметр — ФЭК. Па назве прыбора і ўвесь метад называюць фотаэлектракаларыметрычным.

У прыбора, як і ў чалавека, два «вока», але кожным з іх ён глядзіць на асобны прадмет, прычым, можа адчуць розніцу паміж імі, дакладней кажучы, розніцу паміж колерам прадметаў. Так, калі перад адным «вокам» змясціць кювету з двойчы дыстыляванай вадой, гэта значыць зусім бясколернай, а перад другім — з ружовай соллю марганцу, то колькасць святла, якое пройдзе праз абедзве кюветы, будзе не аднолькавая, а значыцца, не аднолькавая будзе і сіла току, якая ўзнікае ў фотаэлементах, што прыстаўляюцца да кожнага «вока». Чым ярчэй колер пробы, гэта значыць, чым больш марганцу ў растворы, тым меншая сіла току рэгіструецца прыборам.

Застаецца толькі запісаць гэтую розніцу паміж паказаннямі правага і левага «вока».

Праўда, тут ёсць яшчэ адна цяжкасць: запісваецца розніца, а гэта велічыня абстрактная — ні грам, ні міліампер, а проста ступень адхілення стрэлкі прыбора. Яна, несумненна, залежыць і ад грамаў, і ад міліампер, але залежнасць гэтая вельмі складаная. А для разлікаў трэба мець што-небудзь прасцейшае. Таму робяць так: перш чым прыступіць

да даследаванняў мікраэлементаў, робяць так званую калібровачную лінію.

Каб зрабіць калібровачную лінію, з самай чыстай солі марганцу робяць растворы, у якіх колькасць элемента павінна быць строга вызначанай — напрыклад, 1, 2, 4, 8, 16 і гэтак далей мікраграмаў (адна мільённая доля грама) у адным мілілітры раствору. Такія растворы называюцца стандартнымі.

Потым прабіркі са стандартнымі растворамі марганцу змяшчаюць у ФЭК і складаюць графік, дзе на адной з восей адкладваюць колькасць металу, а на другой — якому дзяленню на рукаятцы прыбора гэтая колькасць адпавядае. Злучаючы паміж сабой атрыманыя кропкі і атрымліваюць, нарэшце, калібровачную лінію.

Потым ужо проста — падстаўляюць атрыманыя на прыборы лічбы ў графік і атрымліваюць дакладную колькасць марганцу ў пробе. Праўда, на гэтым разлік не заканчваецца. Мы даведаліся, колькі марганцу ў пробе. Але амаль ніколі пробы не бываюць аднолькавыя. То ўдалося набраць 8, 7, то 11,2, то 10,6 мілілітраў крыві. А дадзеныя, атрыманыя намі, павінны быць выражаны ў нейкіх паказчыках, якія можна параўнаць. Інакш у кожнага даследчыка будзе свой вынік, а ў цэлым — не будзе ніякіх вынікаў. Таму даводзіцца яшчэ алоўкам пачыркаць на паперы, пакуль даныя не будуць выражаны ў працэнтах.

Аднак ні адзін дослед нельга праводзіць без кантролю. Што б вы ні рабілі, заўсёды трэба мець упэўненасць, што атрыманыя вынікі заканамерныя, а не выпадковыя. Таму разам з вывучэннем марганцу ў крыві, абавязкова пры кожнай серыі аналізаў, трэба ставіць і кантроль.

Кантроль робіцца так — побач з ціглем з крывёй ставіцца яшчэ адзін, у які наліваецца двойчы дыстыляваная вада і ўсё, што робіцца з крывёй,— гэта значыць з пробай, робіцца таксама і з вадой. Пасля сушыльнай шафы, пасля прагравання ў муфельнай печы ў ціглі няма абсалютна нічога, але ўсё роўна мы ўліваем і выліваем з яго рэактывы, трасём і кіпяцім, фільтруем і перафільтроўваем. І нарэшце, тое, што засталося ад першапачаткова налітай двойчы дыстыляванай вады, змяшчаем у ФЭК.

Не ўсміхайцеся, вядома, нічога там няма і не павінна быць — гэта зразумела. Аднак на тое і існуе кантроль — ён павінен паказаць,

ці не трапіла што-небудзь са шкла посуду, вады або рэактываў у пробу, а калі трапіла, то колькі.

Супраць аднаго вока ФЭКа ставім кювету з кантролем, супраць другога — з двойчы дыстыляванай вадой. Калі розніца паміж імі невялікая, мы радуемся — значыць, рэактывы і шкло добрыя, можна працаваць. Тады замест кюветы з вадой ставім кювету з крывёй. Але бывае... Бывае, што паказанні кантролю вышэй, чым пробы. І калі нават хутка ўстановіш прычыну гэтага (напрыклад, рэактыў пакінулі аднойчы на стале, хоць ён пры хатняй тэмпературы раскладаецца і павінен захоўвацца ў халадзільніку), усе пробы гэтай серыі даводзіцца ануляваць. А ўсе рэактывы рыхтаваць нанава і нанава мыць увесь посуд. І пачынаць аналіз спачатку...

Методыка вызначэння марганцу не такая ўжо і складаная ў параўнанні, напрыклад, з нікелем. Марганец хоць трэсці не трэба, а нікель без трасяніны не вызначыш. На тым этапе, калі з попелу трэба асадзіць солі цяжкіх металаў, пробу наліваюць у пасудзіну, заткнутую прыцёртым коркам, і трасуць з усяе сілы на працягу некалькіх мінут.

Апісаныя каларыметрычныя метады — не адзіныя. Ёсць больш складаныя, ёсць менш. Паколькі наша кніжка не падручнік для хімікаў-мікраэлементшчыкаў, сказанага дастаткова, каб уявіць, якая гэта цяжкая праца — вызначэнне мікраэлементаў. Дык, можа, не вызначаць іх зусім? Няўжо яны адыгрываюць такую важную ролю ў арганізме, што разумныя людзі трацяць па пяць і больш сутак на адно вызначэнне? Пра гэта і пойдзе размова ў наступным раздзеле.

РАЗДЗЕЛ ТРЭЦІ, У ЯКІМ АЎТАР ПАСПРАБУЕ РАСКАЗАЦЬ ПРА БІЯЛАГІЧНУЮ РОЛЮ МІКРАЭЛЕМЕНТАЎ



Праблема мікраэлементаў ніколі не была, не будзе і не можа быць ізалявана ад медыцыны, біялогіі, ад іншых раздзелаў навукі. Вывучаючы мікраэлементы, мы тым самым спрабуем толькі прыадкрыць заслону з нейкіх — часам маленькіх, часам вялікіх таямніц прыроды. І таму ў далейшым размова пойдзе не пра нешта «экзатычнае» — мікраэлементнае,— а пра самыя звычайныя рэчы, якія сустракаюцца на кожным кроку.

Вось першы прыклад. Паспрабуем разабрацца ў такім, здавалася б, вывучаным працэсе, якім з'яўляецца газаабмен. Усе мы дыхаем. Дыхаем паветрам, беручы з яго кісларод і вяртаючы ў яго вуглякіслы газ. У навакольнай атмасферы кіслароду каля 21%, і знаходзіцца ён у малекулярным стане. Малекула кіслароду складаецца з двух атамаў.

Трапляючы ў лёгкія, кісларод пранікае праз сценкі самых тонкіх сасудаў (капіляраў) у чырвоныя крывяныя шарыкі — эрытрацыты, распадаецца там на атамы і толькі ў такім выглядзе засвойваецца тканкамі. А вуглякіслы газ, які накапіўся ў тканках, злучаецца з эрытрацытамі, якія вызваліліся ад «грузу», выносіцца ў лёгкія, а адтуль выходзіць у атмасферу.

Усё, здаецца, проста і ясна. Але як ажыццяўляецца гэты працэс? Чаму эрытрацыты крыві захопліваюць кісларод, утрымліваюць яго не-

каторы час, а потым, абмываючы ўсе органы і тканкі нашага цела, абменьваюць яго на вуглекіслату? Чаму і як адбываецца пераход малекулярнага кіслароду паветра ў атамарны кісларод крыві? І чаму, напрыклад, рыбы могуць «без перарабліванне» выкарыстоўваць для дыхання атамарны кісларод, раствораны ў вадзе, а чалавек дыхае толькі малекулярным?

Эрытрацыты — высокаспецыялізаваныя клеткі, якія змяшчаюць гемаглабін. Абалонка эрытрацытаў валодае выдатнай уласцівасцю — яна паўпранікальная. Праз яе свабодна праходзяць газы і вада (а таксама некаторыя іншыя рэчывы) і не праходзіць гемаглабін. Не менш выдатнай уласцівасцю валодае і сам гемаглабін — ён можа ўтвараць часовыя злучэнні з кіслародам і вуглякіслым газам.

А залежыць гэтая здольнасць яго ад... жалеза. Іменна жалеза з'яўляецца самым галоўным выканаўцам вельмі важнай ролі — ажыццяўленнем дыхання. Нават сам колер крыві вызначаецца жалезам — успомніце чырвоную ржу, утвораную вокісламі гэтага металу. Дык вось, у крыві ў нас — таксама «ржа».

У лёгкіх, калі мы ўдыхаем паветра, гемаглабін далучае да сябе кісларод. У тканках жа, дзе суадносіны паміж кіслародам і вуглякіслым газам адваротныя,— гемаглабін аддае кісларод і захоплівае прадукт распаду — вуглекіслату. Гэты працэс адбываецца ў жывым арганізме пастаянна, па сутнасці гэта і ёсць жыццё. Калі без яды чалавек можа абыходзіцца да 40 дзён, без вады — да 10 дзён, то без дыхання — лічаныя мінуты.

І, аднак, у гэтым самым галоўным для жыцця працэсе яшчэ далёка не ўсё ясна. Як, чаму, якім чынам — гэтыя пытанні яшчэ не вырашаны нават для вывучанага ўдоўж і ўпоперак фенамену, якім з'яўляецца для нас газаабмен. І адшукаць адказы на яго могуць іменна мікраэлементшчыкі.

У пытанні аб газаабмене нас падсцерагае і некалькі выключэнняў з правіла. Правіла гаворыць: кроў павінна быць абавязкова афарбавана ў чырвоны, блакітны або чорны колер, паколькі іменна металы — жалеза, а ў некаторых выпадках медзь і ванадый — далучаюць да сябе кіслард па дарозе «туды» і вуглякіслы газ — па дарозе «адтуль».

Але вось савецкія вучоныя, якія плавалі зусім нядаўна ля берагоў Антарктыды на доследным судне «Пеламіда», вылавілі там некалькі зу-

сім незвычайных рыбак — ледзяных. Памерам 30—40 сантыметраў, знешне вельмі падобныя на нашых шчупакоў, яны, накшталт «чалавека-невідзімкі», зусім празрыстыя. Кроў іх не мае ні гемаглабіну, ні якога-небудзь іншага пігменту. Як адбываецца ў гэтых рыбак газаабмен — гэтую незвычайную загадку прыроды яшчэ трэба вырашыць. А вырашаючы яе, відаць, давядзецца яшчэ не раз перагледзець працэс класічнага — з дапамогай металаў — газаабмену.

Акрамя жалеза ў састаў эрытрацыта ўваходзіць некалькі іншых металаў — медзь, хром, кобальт, нікель, марганец. Для чаго яны? Ці дапамагаюць жалезу, ці перашкаджаюць яму? А можа, у кожнага з іх ёсць самастойныя функцыі?

Пытанне гэтае яшчэ чакае сваіх даследчыкаў, яго таямніцы яшчэ будуць адкрыты, і, бясспрэчна, тут выявіцца яшчэ не адна цудоўная загадка прыроды... Мы ж пакуль толькі можам сказаць, што прысутнасць гэтых металаў невыпадковая.

На сёння мы ўжо ведаем, што марганец паскарае паспяванне эрытрацытаў, а гэтага часам патрабуюць жыццёвыя інтарэсы арганізма — пасля вялікіх страт крыві, аперацый, цяжкіх хвароб... Кобальт і нікель садзейнічаюць з'яўленню новых эрытрацытаў, лепшаму выкарыстанню наяўных у арганізме рэзерваў жалеза. Медзь дапамагае арганізму больш поўна «ўлавіць» жалеза, якое паступае з ежай... За тое, што яны выконваюць такую важную работу, дзякуй ім, але для чаго ўсе гэтыя металы ўваходзяць у эрытрацыт, так пакуль і не зразумела. І толькі для хрому даказана, што праз абалонку эрытрацыта пранікае яго 6-валентны іён, а з гемаглабінам звязваецца ўжо 3-валентны. І іменна вось гэтыя тры вызваленыя валентнасці пераводзяць малекулярны кісларод у атамарны.

Заўважана даўно — чым менш пра што-небудзь ведае чалавек, тым прасцей яно яму здаецца. Але як толькі ён пачне вывучаць якую-небудзь праблему, пачне паглыбляцца ў яе, загадкі пасыплюцца, нібы з казачнага рога. Так адбываецца і з асобным чалавекам, і з цэлай навукай. На прыкладзе дыхання, газаабмену гэта добра відаць.

Калісьці, калі не быў вядомы яшчэ і хімічны састаў паветра і анатамічная будова органаў дыхання, усё было проста і зразумела: дыханне — аснова жыцця. Накінуў аркан на шыю жывёле (або супляменніку — гледзячы па акалічнасцях) — ведаеш, што жыццё скончылася.

Потым адкрылі кісларод і іншыя газы паветра — зразумелі хімізм дыхання.

Потым вывучылі анатомію — даведаліся, дзе адбываецца газаабмен.

Потым устанавілі спосаб дастаўкі кіслароду да тканак і вуглякіслаты — да лёгкіх.

Потым выявілі, што ў эрытрацыце і гемаглабіне змяшчаецца некалькі мікраэлементаў.

Потым... а гэтае «потым» адбываецца ўжо зараз — вучоныя спрабуюць высветліць ролю ўсіх гэтых металаў. Але і на «заўтра» засталося яшчэ нямала загадак...

Быў час, калі біёлагі, урачы маглі вывучаць і даследаваць толькі цэлы арганізм — ускрываць трупы не дазвалялася, аперацый рабіць не ўмелі.

Пасля гэтага на парадку дня паўсталі новыя пытанні: як «працуюць» асобныя органы і сістэмы тканак. Пачалі вывучаць пячонку і сэрца, страўнік і ныркі. Прычым, вывучалі кожны орган як адзінае цэлае.

А потым вынайшлі мікраскоп і даведаліся, што ўсе органы складаюцца з клетак. Пачалі вывучаць клеткі...

А потым з'явіліся электронныя мікраскопы, і мы атрымалі магчымасць даследаваць не толькі клеткі і іх унутраныя структуры — ядры і ядзерцы, але і асобныя малекулы, з якіх яны складаюцца.. Зараз вывучэнне вядзецца ўжо на малекулярным узроўні.

Вядома, гэты пералік — схема. Аднак і па ёй відаць, што праходзяць тысячагоддзі, а біялогія і медыцына вывучаюць адно і тое ж — бо чалавечы арганізм з часоў Гіпакрата практычна не змяніўся. А хто скажа, колькі яшчэ ўзроўняў пазнання ляжыць глыбей за той, да якога дайшлі мы сёння?

Але прыйдзе час,— а сёй-той лічыць, што ён нават ужо прыйшоў,— калі навуцы давядзецца выбірацца з глыбіняў на паверхню. Скажам, ад малекулы назад да цэлага арганізма. На першы погляд гэта падобна на парадокс — зварот да Гіпакрата? Але парадокс гэты толькі ўяўны — на новым этапе мы будзем вывучаць цэлы арганізм, выразна ўяўляючы, якія працэсы адбываюцца ў кожны дадзены момант, у кожным даным органе, клетцы, малекуле.

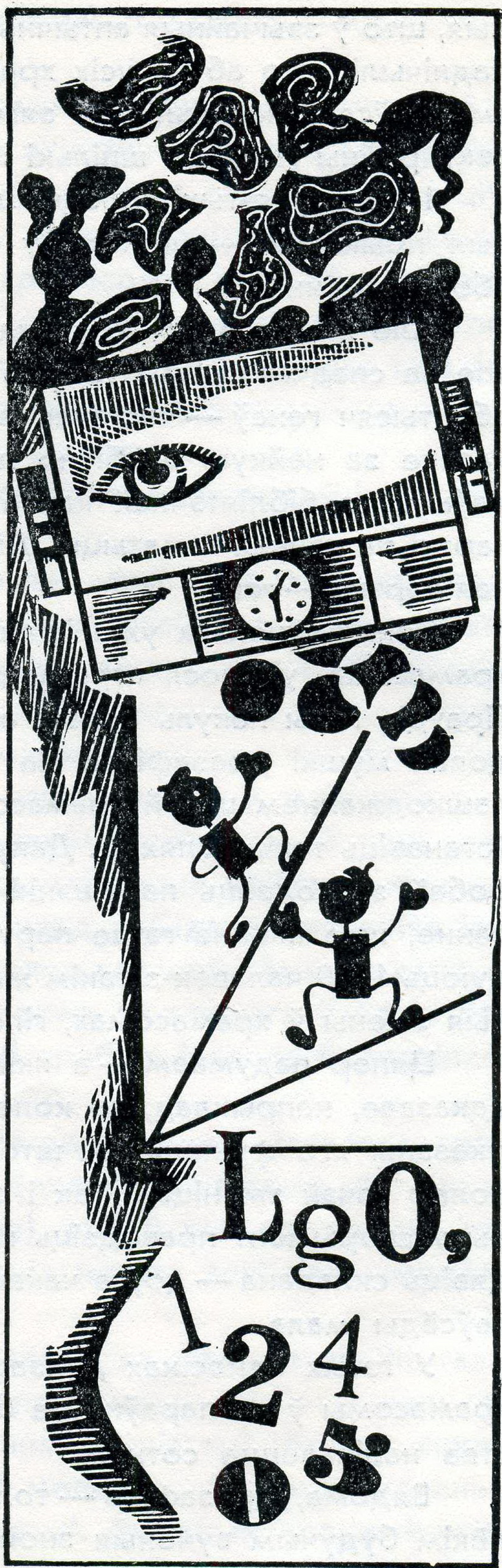
Цяпер надышла чарга зрабіць яшчэ адно адступленне.

Найвялікшым дасягненнем біялагічнай навукі нашага часу з'яўляецца ўстанаўленне заканамернасці генетычнага кадыравання прыкмет. А генетычнае кадыраванне звязана са спадчыннасцю.

Праблема спадчыннасці — вельмі важная праблема. Вядома, што існуе каля 1500 розных захворванняў, якія перадаюцца ў спадчыну. І калі б мы навучыліся «чытаць» генетычны код — гэта значыць, на аснове аналізу крыві, або даследаванні слізістай абалонкі шчакі, або па лініях рукі, або... ну, карацей, якім-небудзь чынам маглі б даведвацца пра схільнасць таго ці іншага арганізма да захворвання, скажам, гіпертаніяй, язвеннай хваробай страўніка, рэўматызмам, то мы маглі б стварыць для гэтых індывідуумаў такія ўмовы жыцця і працы, што яны ніколі ў жыцці не захварэлі б.

Перадаюцца ў спадчыну таксама таленты і схільнасці, здольнасці і рысы характару. І калі б можна было даведацца, што тав. Іваноў, які збіраецца паступаць у педагагічны інстытут, валодае талентам слесара, то непаступленне яго ў вышэйшую навучальную ўстанову было б не трагедыяй, а шчасцем — і для тав. Іванова, і для вышэйшай навучальнай установы, і для дзяржавы. І наадварот, калі б у тав. Пятрова, фрэзероўшчыка, знайшлі талент урача, то яго без усялякіх экзаменаў трэба было б прыняць у медінстытут.

Навуцы ўжо вядома, што спадчынныя прыкметы перадаюцца асобнымі ўтварэннямі — храмасомамі, якія настолькі ма-



лыя, што ў звычайныя аптычныя мікраскопы іх амаль і не відаць. Вучоныя падлічылі, што аб'ём усіх храмасом, якія вызначаюць спадчынныя прыкметы ўсяго насельніцтва зямнога шара (прыкладна 3,5 мільярда чалавек), роўны галоўцы шпількі і важыць усяго 4 міліграмы.

І вось у гэтых драбнейшых утварэннях запісаны самыя разнастайныя прыкметы — ад колеру вачэй і формы носа да таленту мастака або пісьменніка.

Але храмасомы — далёка не самая дробная структура, якая адказвае за спадчыннасць. Кожная (а ў чалавека іх 46) складаецца з соцень або тысяч генаў — частачак наогул фантастычна малых. Кожны ген адказвае за нейкую асобную прыкмету. Трохі грубавата гэта можна параўнаць з бібліятэчнай картатэкай, дзе ў асобнай скрынцы падабраны карткі па пэўнай тэматыцы. Дык вось уся скрынка — храмасома, а асобная картка — ген.

Сёння вучоным ужо ўдалося ўстанавіць, за што «адказвае» кожная храмасома, удалося атрымаць даныя і пра некалькі дзесяткаў генаў. Праўда, гены пакуль больш актыўна вывучаюцца не ў людзей, а ў пладовай мушкі дразафілы. На гэта ёсць важкія прычыны. Сувязь паміж пашкоджаннем цэлай храмасомы і якой-небудзь хваробай яшчэ можна ўстанавіць такім шляхам. Дапусцім, у чалавека з нейкай спадчыннай хваробай знаходзяць парушэнні ў храмасомным апараце. Узнікае меркаванне, што іменна гэтае парушэнне і выклікала хваробу. А калі абследуюць 1000 чалавек з такім жа захворваннем і ва ўсіх знойдуць аднатыпныя змены ў храмасомах, гіпотэза можа лічыцца даказанай.

Цяпер падумаем — а якім шляхам можна даказаць, што гэты ген адказвае, напрыклад, за колер вачэй? На гене няма этыкеткі, на якой указаны яго функцыі. А што, калі яго пашкодзіць? Тады ў патомства колер вачэй зменіцца. Так і робяць. Але ясна, што на чалавеку падобны эксперымент праводзіць нельга. Ды і наогул на жывёлах гэта ажыццявіць складана — доўга чакаць патомства, а дзіцянят, як правіла, бывае заўсёды мала.

У гэтых адносінах дразафіла проста скарб для даследвальнікаў — храмасомы ў яе параўнаўча буйныя, жыццёвы цыкл — кароткі, а патомства налічваецца сотнямі.

Вядома, дразафіла — толькі стартавая пляцоўка, і ў самым недалёкім будучым вучоныя знойдуць магчымасці для раскрыцця значэння

кожнага гена і ў чалавека. Хоць сёння, на жаль, гэта толькі мары. Але чаму б і не памарыць...

...Удалося ўжо высветліць функцыю кожнага гена. Для зручнасці іх вывучэння завялі спецыяльныя скрыні, пра якія мы ўжо гаварылі, у якія склалі тысячы картак з «пашпартнымі» дадзенымі на кожны, размясціўшы іх іменна ў тым парадку, у якім яны знаходзяцца ў храмасоме. І вось, скажам, мы захацелі вывучыць храмасому, якая абумоўлівае знешнасць чалавека. Знайшлі адпаведную скрыню і перабіраем карткі: гэты ген адказвае за тое, што валасы будуць мяккія; гэты — што яны будуць віцца; гэты — што яны потым хутка выпадуць; гэты — што яны будуць цёмныя; гэты — што летам будуць выгараць...

І так у адносінах колеру скуры і размяшчэння барадаўкі, формы носа і ступні, ліній на пальцах і формы сківіц.

Усе знешнія прыкметы загадзя прадвызначаны, загадзя «запраграміраваны». Праўда, наяўнасць такой праграмы зусім не азначае, што знешняе асяроддзе не можа выклікаць якія-небудзь змены ў арганізме. Справа ў тым, што за канкрэтныя прыкметы адказвае не адзін ген, а некалькі. Усе яны называюцца алельнымі, што азначае «не зусім паралельныя, але амаль». Іх паралельнасць заключаецца ў тым, што яны забяспечваюць з'яўленне прыкметы на адным і тым жа аб'екце, але вось самі прыкметы не аднолькавыя. Атрымліваецца нейкая мяжа ваганняў, так званая ступень свабоды. Напрыклад, у Сідара Пятровіча Іванова ў храмасоме быў запраграміраваны колер валасоў цёмны з рыжым адценнем. Алельныя гены маглі змяніць колер да чорнага ў адзін бок і рыжага — у другі. Але генаў, якія маглі б зрабіць Іванова бландзінам, у храмасоме не было.

Алельнасць генаў — гэта такі вышэйшы парадак, які дазваляе арганізму праяўляць такую-сякую ініцыятыву (дзякуючы гэтаму ён можа прыстасоўвацца да змянення ўмоў жыцця), але ў той жа час не дапускае «адсябяціны», калі справа датычыцца нечага асабліва жыццёва важнага.

Але як зразумець тое, што ген адказвае за прыкмету? Як такія маленькія ўтварэнні могуць уплываць на прыкметы, якія залежаць ад функцыі і жыццядзейнасці дзесяткаў органаў і сістэм? Колер скуры залежыць жа ад пігменту (фарбавальніка) меланіну. А абмен меланіну залежыць ад функцыі шчытавіднай залозы. А функцыя апошняй — ад

колькасці ёду ў вадзе і ежы. Калі ж упісаць у гэты ланцужок і прамежкавыя звенні, ён падоўжыцца разоў у дзесяць. І ўявіць, як малюсенькі ген камандуе гэтым складанейшым працэсам, проста немагчыма. Правільней, было немагчыма яшчэ некалькі гадоў назад. А сёння мы ўжо ўяўляем.

Ген, хоць ён і маленькі, складаецца з яшчэ больш дробных адзінак, размешчаных у строга вызначаным парадку. Да яго «прыплывае» спецыяльная малекула, што складаецца з асобных амінакіслот (амінакіслата — гэта адзінка, з якой будуецца і ген). Малекула гэтая перабудоўвае сваю структуру адпаведна першапачатковай структуры гена. Перабудаваўшыся, яна «плыве» да таго органа, за пабудову або функцыю якога дадзены ген адказвае, і «патрабуе», каб пабудова гэтага органа ішла ў тым парадку, які ўказаў ген, перабудаваўшы яе ўласную малекулу.

Ну, а пры чым жа тут мікраэлементы? Аказваецца, самымі галоўнымі звеннямі ва ўсім гэтым ланцужку якраз і з'яўляюцца мікраэлементы. Парадак размяшчэння амінакіслот у гене, перабудова малекулы-інфарматара, «фарміраванне» органа — усё гэта забяспечваецца ўдзелам мікраэлементаў. Зразумейце правільна. Якія і колькі атамаў мікраэлементаў знаходзіцца ў гене — вызначаецца спадчыннасцю. І іх «паводзіны» ў малекуле таксама вызначаюцца спадчыннасцю. Але сама спадчыннасць залежыць ад мікраэлементаў.

Атам металу з дапамогай электрычнага зарада (хоць не выключана, што тут дзейнічаюць і якія-небудзь іншыя сілы) злучаецца з асобнай амінакіслатой, але аддае на гэта не ўсе валентнасці, а толькі частку іх, таму да атрыманага комплексу амінакіслата-метал здольны, аказваецца, далучыць яшчэ адну або некалькі амінакіслот. А гэта ўжо структурнае ўтварэнне, і яно цалкам можа быць генам...

Прыведзеная схема яшчэ не паўторана ў лабараторыях. Але ўжо абсалютна дакладна даказана, што ў ланцужках, якія складаюцца з амінакіслот, адзін атам металу змяшчаецца — у гене — на 150, а ў малекуле-інфарматары — на 50 амінакіслот. І гэта, несумненна, не выпадковасць.

Пакуль цяжка сказаць, ці ёсць зваротная сувязь паміж спадчыннасцю і мікраэлементамі. А калі ёсць? Тады, уводзячы якія-небудзь мікраэлементы з дапамогай дыеты або якім іншым спосабам, мы зможам,

скажам, замяніць атам нікелю на атам хрому і вылечыць гэтым нейкае грознае спадчыннае захворванне.

Ускосным доказам правільнасці думкі аб тым, што на спадчыннасць можна ўплываць з дапамогай спецыяльнай дыеты, могуць служыць шматлікія назіранні. Японцы, якія трапілі ў Злучаныя Штаты Амерыкі ў дзіцячым узросце або нарадзіліся там, намнога вышэй ростам за сваіх суайчыннікаў, якія выраслі ў Японіі.

Аўтар вельмі цікавай кнігі «Я і мы» Ул. Леві апісвае такі выпадак: двое братоў-блізнят пасля прызыву ў армію трапілі — адзін у Прыбалтыку, другі на Далёкі Усход. Той, што служыў у Прыбалтыцы, за час службы вырас на 6 сантыметраў і прыбавіў у вазе 2 кілаграмы. Далёкаўсходнік, наадварот, вырас на 2 сантыметры, але паправіўся на 6 кілаграмаў. Паколькі яны блізняты, папярэдняя закадыраванасць і росту і вагі ў іх была абсалютна аднолькавая.

Той жа Ул. Леві ўказвае, што ў мясцовасцях, дзе жывуць пігмеі (у Цэнтральнай Афрыцы), жывёлы, і асабліва расліны, таксама маюць карлікавы рост. Аналіз глебы тых месц паказаў, што там адчуваецца істотны дэфіцыт цынку. Пігмеі ж, якія выраслі ў іншых раёнах, ужо значна вышэйшыя.

Перад тымі, хто даследуе гэтае пытанне, у літаральным сэнсе, непачаты край работы. На хуткі поспех разлічваць не прыходзіцца, бо вывучыць трэба будзе не адзін-два, не сто — дзвесце генаў, а ўсю іх астранамічную колькасць, каб, перш чым умешвацца, можна было паручыцца — адмоўнае ўздзеянне цалкам выключана. Але эфект, калі работа будзе закончана, нават ацаніць немагчыма.

Уся жыццядзейнасць арганізма працякае пры актыўным удзеле ферментаў — рэчываў, якія забяспечваюць ход усялякіх хімічных (біяхімічных) рэакцый. Возьмем самыя простыя прыклады: для таго каб арганізм засвоіў ежу, якая трапіла ў страўнікава-кішэчны тракт, яна павінна прайсці спачатку складаную апрацоўку. Бялкі павінны раскласціся да амінакіслот, вугляводы — да простых цукраў, тлушчы — ператварыцца ў водарастваральныя мылы і гэтак далей. І ўся гэтая складаная работа ажыццяўляецца з дапамогай ферментаў.

Нават звычайнае каровіна малако, для таго каб арганізм яго засвоіў, павінна спачатку стварожыцца. Калі малако скісае, мы гаворым, што вінаваты ў гэтым малочна-кіслыя бактэрыі. Але ў страўніку бактэ-

рый няма — іх забівае саляная кіслата. Малако ж створожваецца пад дзеяннем спецыяльнага «сычужнага» ферменту.

Дарэчы, а хто ведае, чаму ў страўніках усіх звяроў і птушак знаходзіцца іменна саляная кіслата? Нават кроў бывае розная, а кіслата ва ўсіх аднолькавая.

Справа ў тым, што саляная кіслата займае асобае месца ў нежывой прыродзе — усе яе солі раствараюцца ў вадзе. А арганізму чалавека і жывёл патрэбны ўсе да адзінага элементы з табліцы Д. І. Мендзялеева. І каб атрымаць іх, жывёльны свет «абсталяваў» свае страўнікі спецыяльнымі хімічнымі фабрыкамі.

Сцвярджаюць, што правілы існуюць для таго, каб былі выключэнні з іх. І жыццё, здаецца, гэта пацвярджае. Памятаеце, раней гаварылася пра рыб з празрыстай кроўю. Вось і з гэтага, здавалася б, абсалютнага правіла аб салянай кіслаце ў страўніках усяго, што існуе на зямлі, таксама ёсць выключэнне. У Афрыцы жыве маленькая шэрая птушка — мёдаўказчык. Яна знаходзіць гнёзды дзікіх пчол і прыводзіць да іх барсукоў. Барсукі з'ядаюць мёд, а птушка — воск.

Мёдаўказчык — адзіная істота на зямлі, якая можа пераварваць воск у сваім страўніку. Але для гэтага ёй давялося расстацца з салянай кіслатой. Пераварванне ж адбываецца з дапамогай мікробаў, якія жывуць у страўніку. Гэтыя мікробы раскладаюць воск для ўласнага харчавання, а прадукты распаду ўжо засвойвае арганізм птушкі.

Але мы гаварылі пра ферменты. Ферменты ўяўляюць сабой хімічна актыўныя рэчывы, якія выклікаюць накіраваныя змены ў дакранаючыхся з імі клетках або рэчывах. На жаль, аб большасці ферментаў мы ведаем яшчэ пакуль так мала, што сказаць, «як гэта робіцца», не можам.

І хоць мы пакуль не ведаем усяго ў дэталях, але ўстаноўлена дакладна, што кожны фермент абавязкова звязаны з мікраэлементам. Больш таго, іменна мікраэлемент часцей за ўсё і вызначае сілу, актыўнасць ферменту. Часам увесь фермент складаецца з аднаго мікраэлемента, як, напрыклад, хром у эрытрацыце, які пераводзіць кісларод малекулярны ў атамарны.

Ферментаў у арганізме тысячы. Вывучаць іх вельмі складана, значна складаней, чым мікраэлементы. Фермент цяжка атрымаць у чыстым выглядзе і яшчэ цяжэй захаваць нязменным. Калі мікраэлементы не баяцца кіпячэння, высушвання, спальвання і іншых гарачых і халодных

працэдур, то ферменты раскладаюцца нават пры хатняй тэмпературы ад уздзеяння кіслароду паветра, сонечнага святла, кантакту са сценкамі посуду і г. д.

Таму большасць ферментаў яшчэ па-сапраўднаму не вывучана. Але ўдалося ўстанавіць, напрыклад, што цынк уваходзіць у састаў дыхальнага ферменту і аказвае істотны ўплыў на паўнату засваення ўдыхаемага кіслароду. А медзь аказваецца неабходнай у сістэме расшчаплення і сінтэзу бялка.

Паколькі ў арганізме заўсёды знаходзіцца не менш 70 розных мікраэлементаў, іх біялагічная роля не можа выяўляцца ў «чыстым выглядзе». Уплыў кожнага з іх шматразова перакрыжоўваецца, многія ўплываюць адзін на другога і непасрэдна і ўскосна. Так, напрыклад, вядома, што пры недахопе ёду развіваецца валляк. З другога боку, вядома, што кобальт уваходзіць у састаў вітаміну B_{12} і неабходны арганізму хоць бы для таго, каб не было малакроўя. Але паміж ёдам і кобальтам ёсць яшчэ і нейкая перакрыжаваная сувязь — калі ёду будзе паступаць дастаткова, а кобальту мала, валляк усё роўна праявіцца, таму што без кобальту ёд вельмі дрэнна засвойваецца арганізмам.

Але бываюць і іншыя віды залежнасці. Памятаеце, у першым раздзеле гаварылася пра паселішча Анкаван, дзе многія жыхары хварэюць на падагру. Тлумачылася гэта лішкам малібдэну ў глебе. Аднак неўзабаве высветлілася, што наогул гэта не адзіная біягеахімічная правінцыя з такой высокай наяўнасцю малібдэну. Ёсць мясцовасці, дзе яго і больш. А падагры няма.

Аказваецца, што ў глебах вакол паселішча Анкаван не толькі многа малібдэну, але і вельмі мала медзі. Ва ўсіх астатніх месцах з павышанай наяўнасцю малібдэну многа і медзі. Як удалося даказаць, медзь у арганізме з'яўляецца антаганістам малібдэну і, нейтралізуючы апошні, не дазваляе развівацца захворванню.

Мікраэлементы цесна звязаны з вітамінамі, часам нават уваходзяць у іх састаў. Яны аказваюць істотны ўплыў на ўтварэнне вітамінаў у арганізме або засваенне іх з ежы. Дастаткова назваць кобальт, які ўваходзіць у вітамін B_{12}, марганец, ад якога ў многім залежыць актыўнасць вітаміну B_1 і C; цынк, неабходны для сінтэзу вітамінаў P і C; селен, які павышае наяўнасць вітаміну E і зніжае колькасць вітаміну C, і шмат іншых.

На пытанне «што такое добра, а што такое дрэнна» людзі і ў сваіх узаемаадносінах не заўсёды могуць адказаць адназначна. У прыродзе ж усё куды больш складана. На карысць чалавеку і жывёлам прырода стварыла вітаміны. Але... аказваецца, стварыла і антывітаміны. Што гэта такое, мы пакуль яшчэ не ведаем. Калі вітаміны былі адкрыты ў саракавых гадах нашага стагоддзя, то антывітаміны — у самым канцы шасцідзесятых.

Адбылося гэта так. На адной з амерыканскіх ферм, дзе разводзілі серабрыстых лісіц, раптам успыхнула эпідэмія нейкай невядомай хваробы. Справа прыняла сур'ёзны характар — лісіцы пачалі дохнуць.

Кансіліум ветэрынараў прыйшоў да заключэння — хвароба ўзнікла ад недахопу вітаміну B_1. Але потым і яны сталі ў тупік — у рацыёне лісіц гэтага вітаміну было дастаткова. Высветліць загадку даручылі біяхімікам. Іх вывад быў ашаламляльны — аказалася, што, паступаючы з кормам, вітамін B_1 поўнасцю раскладаецца нейкім невядомым рэчывам, якое трапляе ў арганізм разам з фаршам з сырой рыбы. Пакуль гэтае рэчыва назвалі антывітамінам B_1.

Доктар І. Самадзі з Швейцарыі змог выдзеліць антывітамін B_1 у чыстым выглядзе, а пры даследаванні рыбы знайшоў, што найбольш багата ім мяса карпа. Пазней высветлілася, што рыбы — не адзіныя ўтваральнікі (або збіральнікі) антывітаміну B_1. Зараз устаноўлена, што ёсць ён у папаратніку, хвашчы і іншых раслінах.

На чалавека шкоднае дзеянне антывітаміну B_1 не распаўсюджваецца (таму, напэўна, яго так позна і выявілі). Уся справа ў тым, што антывітамін жывёльнага паходжання вельмі лёгка разбураецца пры награванні, а мы, як правіла, ядзім рыбу або смажаную, або вараную. Антывітамін жа раслінны поўнасцю распадаецца пад уплывам страўнікавага соку.

Але радавацца пакуль што рана. Вітамінаў дзесяткі, а антывітамін знойдзены толькі адзін. А калі падобныя рэчывы існуюць у прыродзе ў вялікай колькасці? Можа яны ёсць для кожнага вітаміну — чым жа B_1 лепшы, чым B_2 або B_{12}? Нас жа гэта цікавіць асабліва — калі вітаміны цесна звязаны з мікраэлементамі, то наўрад ці і антывітаміны могуць абысціся без іх.

І ці не ўказвае прыклад селена, які зніжае колькасць вітаміну С, у якім напрамку трэба весці пошукі?

Калі б мікраэлементы і не «рабілі» для нас усяго, пра што я паспеў ужо расказаць, то тым не менш іх варта было вывучаць хоць бы таму, што яны маюць дачыненне да алергічных захворванняў. Алергія — самая «модная» хвароба нашага часу. Назва яе паходзіць ад грэчаскага allos — другі і ergia — здольнасць да дзеяння. А абазначаюць ёю ў медыцыне стан (і захворванне ў тым ліку), калі на нейкі раздражняльнік арганізм адказвае іншай, не звычайнай, рэакцыяй.

«Моднай» лічыцца гэтая паталогія (калі фізіялогія — гэта норма, то паталогія — адхіленне ад нормы, захворванне) таму, што, па-першае, з кожным годам колькасць хворых на алергічныя хваробы расце, а па-другое, таму, што паглыбленае вывучэнне многіх «старых» захворванняў сведчыць, што і яны таксама алергічнага паходжання. Калі апошняе зразумела і не патрабуе каментарыяў, то на першым трэба крыху затрымацца.

Прычыну росту алергічных хвароб звязваюць з многімі фактарамі, але перш за ўсё мае значэнне з'яўленне ў апошнія дзесяцігоддзі рэчываў, якія раней у прыродзе не існавалі. Сюды адносяцца прадукты хіміі, медыкаменты, выхлапныя газы аўтамабіляў... Ды хіба ўсё пералічыш. У чалавецтва проста не хапае часу на тое, каб прыстасавацца да іх.

У той жа час адзначаецца і яшчэ адна падступная ўласцівасць алергіі — калі першапачаткова чалавек, схільны да яе, рэагаваў толькі на нейкае адно рэчыва, то праз некаторы час ён пачынае таксама незвычайна рэагаваць і на другое, а затым і на трэцяе, чацвёртае, пятае... Развіваецца так званая паралергія — спецыфічная рэакцыя на цэлую групу раздражняльнікаў.

Вядома, апрача новых, усялякіх там «хімічных», фактараў застаюцца ў сіле і старыя. Кожны ведае, што шакалад, клубніка, мёд, яйкі — рэчы не толькі смачныя, але і карысныя. Аднак вядома таксама, што ў некаторых людзей, часцей у дзіцячым узросце, гэтыя прадукты выклікаюць крапіўніцу — ярка-ружовы сып, ацёкі твару, прыступы задышкі. Гэта і ёсць алергія.

Алергія — у многім яшчэ terra incognita — «невядомая зямля». Загадак у ёй значна больш, чым разгадак. Не могуць пакуль яшчэ вучоныя знайсці адказ нават на самыя важныя пытанні — напрыклад, чаму арганізм аднаго чалавека рэагуе алергічна, а другога — не. Больш таго, адзін і той жа чалавек нават на адно і тое ж рэчыва ў розны час рэагуе

па-рознаму. Чаму? Не ўмеем мы таксама адрозніць «алергіка» ад нармальна рэагуючага чалавека загадзя, да хваробы. Вельмі многага мы яшчэ не ведаем і не ўмеем.

Даследаванне алергіі ў цяперашні час ва ўсім свеце вядзецца вельмі шырокім фронтам. І істотнае месца ў гэтых даследаваннях займае вывучэнне мікраэлементаў.

Удалося ўстанавіць, што марганец, напрыклад, вельмі спрыяльна ўздзейнічае на арганізм, схільны да алергічных праяў,— дапамагае вылечваць рэўматызм, туберкулёз, мігрэнь, экзэму, бранхіяльную астму і іншыя хваробы.

Яшчэ больш высакародна паводзіць сябе медзь. Трапляючы ў арганізм у вялікай колькасці — гэта часцей за ўсё бывае на медных рудніках, медзеплавільных заводах,— яна значна павышае супраціўляльнасць арганізма інфекцыйным, прастудным і алергічным захворванням.

Па-другому паводзяць сябе хром і нікель — у тых, хто мае справу з гэтымі металамі або іх злучэннямі, што часам здараецца ў цэхах храміравання і нікелявання, а таксама ў месцах здабычы, яны выклікаюць экзэму, язвы, якія доўга не загойваюцца. Трапіўшы ўсярэдзіну арганізма з вадой і ежай, хром і нікель пагаршаюць працяканне алергічных хвароб.

Пра біялагічную ролю мікраэлементаў можна гаварыць у літаральным сэнсе бясконца. Варта ўзяць які-небудзь адзін, лепш за іншыя вывучаны, элемент і паказаць падрабязна яго ўзаемасувязь з іншымі мікраэлементамі, яго ўплыў на дзесяткі ферментаў, вітамінаў, гармонаў, то матэрыялу хопіць на тры такія кнігі, як гэтая.

Дарэчы, аб гармонах. Сучасная медыцына без вывучэння гармонаў немагчымая. Хоць самі гармоны былі адкрыты параўнальна нядаўна, а іх роля і значэнне для арганізма адкрыты зусім ужо ў наш час — у саракавыя — пяцідзесятыя гады. Гармоны рэгулююць і ўплываюць літаральна на ўсё. Рост і вага, энергічнасць і меланхолія, здольнасць да дружбы і эгаізм — усё гэта вызначаецца гармонамі.

А калі да гэтага яшчэ дадаць і сотні захворванняў, якія ўзнікаюць з-за недастатковасці або лішку якога-небудзь аднаго або групы гармонаў, то становіцца зразумела, чаму гармоны вывучаюцца зараз вельмі і вельмі інтэнсіўна.

Але вось што цікава. Самі гармоны знаходзяцца ў беспярэчным падначаленні ў... мікраэлементаў. Адсюль вырысоўваецца перспектыўны

ланцужок магчымага рэгулявання жыццядзейнасці арганізма — мікраэлемент → гармон → накіраваныя змены ў асобным органе → змены ўсяго арганізма.

Заканчваючы гэты раздзел, хачу яшчэ раз падкрэсліць, што роля мікраэлементаў у жывым арганізме выключна важная. І хоць вельмі цяжка вызначаць мікраэлементы, але справа гэта жыццёва неабходная. Пра яшчэ адзін доказ на карысць іх вызначэння вы прачытаеце ў наступным раздзеле.

РАЗДЗЕЛ ЧАЦВЁРТЫ,
У ЯКІМ
ЗНАЧЭННЕ ВЫВУЧЭННЯ
МІКРАЭЛЕМЕНТАЎ
БУДЗЕ АЦЭНЕНА
З ІНШАГА БОКУ



Пры недахопе або лішку якога-небудзь мікраэлемента можа наступіць захворванне. Ведаць гэта трэба, таму што, дадаючы або, наадварот, выдаляючы з ежы гэты самы мікраэлемент, захворванне можна прадухіліць. Для прыкладу паўтару — ёдзіраваная соль засцерагае ад валляка, фтарыраваная вада — ад заўчаснага псавання зубоў. Змена вытворчасці, на якой шмат шкоднага для каго-небудзь рэчыва, можа ахаваць ад развіцця алергічнага працэсу. Нарэшце нярэдка па патрабаваннях медыкаў нават змяняюць той або іншы тэхналагічны працэс, калі ён аказвае шкоднае ўздзеянне на чалавека.

А як з адваротнай узаемасувяззю? Ці варта вывучаць наяўнасць мікраэлементаў у арганізме пры розных захворваннях? Ці дае якую-небудзь карысць веданне, напрыклад, таго, што пры малакроўі зніжаецца канцэнтрацыя марганцу ў крыві або што пры халецыстыце змяншаецца колькасць цынку?

І дагэтуль даволі распаўсюджана думка, што ў любым выпадку лячыць трэба асноўнае захворванне, а ўжо калі пачнецца выздараўленне, то сама па сабе будзе нармалізавацца і наяўнасць мікраэлементаў. Гэта, вядома, правільна. Але не зусім.

Ёсць такі медыцынскі тэрмін — патагенез захворвання. Абазначаюцца ім працэсы, якія адбываюцца ў арганізме чалавека ў час хваробы.

Ведаць патагенез куды больш важна, чым прычыны, якія выклікалі захворванне. Таму што адна і тая ж прычына часта на практыцы выклікае зусім розныя хваробы.

Вось прыклад. Трое знешне здаровых людзей пераходзілі рэчку з вельмі халоднай вадой. І ўсе трое захварэлі. У аднаго развілася ангіна, у другога — хвароба нырак, у трэцяга — запаленне лёгкіх. Прыклад гэты, вядома, выпадковы — можна было ўзяць дзесяць чалавек, і ў кожнага была б свая хвароба. Галоўнае вось што — прычына, час яе ўздзеяння, ды і астатнія ўмовы былі аднолькавыя для ўсіх, а хваробы розныя. Дзе тонка, кажуць, там і рвецца.

Бывае і наадварот — розныя прычыны выклікаюць аднолькавае захворванне. Запаленне лёгкіх, напрыклад, можа развіцца пасля пераахаладжэння, заражэння некаторымі мікробамі, удыхання пары ядавітых хімічных рэчываў, пападання ў лёгкія іншародных целаў, ад некаторых відаў глістоў, ад працяглага ляжання на спіне... і яшчэ ад паўтузіна іншых прычын.

Атрымліваецца, што высвятленне прычыны хоць і дапамагае ўстанавіць дыягназ, але быць асновай для назначэння рацыянальнага лячэння не можа. Навукова абгрунтаванае, высокаэфектыўнае лячэнне можа быць назначана толькі пасля стараннага вывучэння патагенезу.

Патагенез залежыць, несумненна, ад мноства розных фактараў, напрыклад, ад «якасці» спадчыннасці,— не сакрэт, што некаторыя людзі ўжо нараджаюцца са схільнасцю да таго ці іншага захворвання.

Ад умоў знешняга асяроддзя,— ужыванне цукру ў неабмежаванай колькасці можа выклікаць дыябет у чалавека, нават не схільнага да яго.

Ад мінулых захворванняў — як правіла, хранічная пнеўманія не ўзнікае ў тых, хто раней не перанёс хваробы дыхальных шляхоў.

Ад стану арганізма ў момант уздзеяння на яго хваробатворнай прычыны — стомлены чалавек можа захварэць нават ад лёгкага скразняку, тады як у іншы час яму не страшны і сапраўдны ўраган.

Несумненны ўплыў на патагенез аказваюць характар ежы, клімат, надвор'е, перыяды сонечнай актыўнасці, эмацыянальны стан і многае іншае.

І вось усё пералічанае, уключаючы і «многае іншае», урач павінен высветліць, дэталёва прааналізаваць, вывучыць... Гэта цяжка. Але неабходна. Таму ніякія складанасці, ніякія затраты часу ў разлік не бяруцца.

І іменна таму тысячы даследвальнікаў ва ўсім свеце вызначаюць сёння ўплыў хваробы на ўтрыманне розных мікраэлементаў у арганізме.

Не заўсёды іх чакае поспех — можна працаваць гадамі і прыйсці, нарэшце, да заключэння: так, пры развіцці данага захворвання наяўнасць таго ці іншага мікраэлемента не змяняецца. Аднак, як гавораць, і адмоўны вынік ёсць карысны вынік. Значыць, іншыя пойдуць ужо па больш правільнаму шляху, значыць, абмяжоўваецца кола рэчываў, якія сапраўды маюць значэнне ў патагенезе гэтай хваробы.

Ну, а калі вынік станоўчы? Набліжаецца ісціна, больш зразумелым становіцца характар хваробы, дзейсным лякарства.

Узяць, напрыклад, малакроўе, тую яго форму, якая развіваецца пры працяглых цяжкіх захворваннях — рэўматызме, туберкулёзе, хранічных гнойных інфекцыях. Кроў становіцца «вадкай», абядняецца эрытрацытамі, а тыя ў сваю чаргу — гемаглабінам, які толькі адзін і здольны дастаўляць кісларод усім органам і тканкам. І калі б мы не ведалі сёння, што некаторыя мікраэлементы — кобальт, марганец, медзь, хром, не гаворачы ўжо пра жалеза, прымаюць удзел як ва ўтварэнні новых эрытрацытаў, так і ў працэсе выканання імі сваіх функцый, паспяхова лячыць малакроўе нам бы не ўдалося.

Вядома, сёе-тое пра патагенез было вядома ўрачам яшчэ ў тыя часы, калі пра мікраэлементы ніхто нават не думаў і не гадаў. Назіранні за хворымі, выкарыстанне метадаў народнай медыцыны, вопыт і інтуіцыя дазвалялі «бацьку медыцыны» Гіпакрату пры лячэнні малакроўя прыпісваць сваім пацыентам прэпараты медзі.

Ведалі пра спрыяльны ўплыў медзі на чалавечы арганізм і нашы продкі. Дзвесце і больш гадоў назад вазілі яны да нас з Украіны адыходы меднай вытворчасці, так званыя «пірытныя агаркі», якія потым малолі на спецыяльных рудных млынах і пасыпалі гэтым парашком зямлю.

Праўда, аб'ектыўнасць патрабуе выказаць яшчэ адзін пункт гледжання на пытанне, для чаго прывозілася руда. Хоць мне, як урачу, хацелася б лічыць, што галоўнымі былі клопаты пра здароўе, большасць даследвальнікаў гэтага пытання прыводзяць іншае тлумачэнне. Справа ў тым, што пры недахопе медзі ў глебах Беларусі злакавыя культуры, часцей за ўсё жыта, даюць нізкае і слабае сцябло. А салома ж у вёсках была галоўным дахавым матэрыялам. І затраты, звязаныя з дастаўкай

і размолам агаркаў, акупляліся іменна саломай, а не здароўем. Што ж, магчыма, яно было і так.

Але вернемся да патагенезу. Лепш за ўсё паказаць удзел мікраэлементаў у патагенезе можна на прыкладзе цяжкага, вельмі распаўсюджанага сярод маленькіх дзяцей захворвання — рахіту.

Як захворванне, што адрозніваецца ад іншых, рахіт пачалі выдзяляць з сярэдзіны 17 стагоддзя. Аднак з'явіўся на зямлі ён значна раней. На карцінах мастакоў старажытнасці можна ўбачыць дзяцей з дэфармаванымі касцямі груднай клеткі і канечнасцей. Вывучэнне мумій егіпецкіх фараонаў паказала, што і ў той час людзі хварэлі рахітам. Больш таго, раскопкі палеантолагаў выявілі рахіт у людзей, якія насялялі Зямлю ў перыяд каменнага веку.

Спачатку гэта былі проста цікавыя факты. Але надышоў час падумаць, адкуль жа ўзяўся гэты кляты рахіт. Тады выяўленыя факты пачалі супастаўляць і аналізаваць. І прыйшлі да вываду, што з'яўленне рахіту з другой паловы каменнага веку абумоўлена наступнымі фактарамі: чалавек, «прыручыўшы» агонь, папершае, залез у пячору (схаваўся ад сонца) і, па-другое, пачаў ужываць вараную ежу.

Вывад сам па сабе цікавы, але ён не падказвае, як жа змагацца з рахітам — хто захоча сёння жыць пад адкрытым небам і харчавацца сырым мясам?

Праўда, рэкамендацыя больш тры-



маць дзяцей на сонцы сябе апраўдала. Але як быць з тымі, хто нарадзіўся ў пачатку восені? Чакаць доўгіх шесць-сем месяцаў да лета? А рахіт жа не чакае.

Пачалі вывучаць хваробу глыбей. У 1909—1915 гадах рускі вучоны Шабад устанавіў, што ў арганізме рахітыкаў вельмі мала кальцыю, і прыйшоў да вываду, што рахіт узнікае ад кальцыевай недастатковасці. Маўляў, калі з ежай кальцыю паступае менш нормы, развіваецца хвароба. Аднак гэтая тэорыя не вытрымала праверкі, і вось чаму. Як правіла, рахітам больш цяжка хварэюць дзеці, якія знаходзяцца на штучным кармленні каровіным малаком. А кальцыю ў малацэ кароў у тры разы больш, чым у грудным. Значыць, у ежы кальцыю хапае.

У канцы трыццатых гадоў нашага стагоддзя былі выяўлены вітаміны. Сталі зразумелыя прычыны дзесяткаў разнастайных захворванняў, у тым ліку і рахіту. Недахоп вітаміна Д — вось адна з галоўных прычын яго ўзнікнення. Але з дапамогай аднаго вітаміна добрага эфекта лячэння дабіцца не ўдавалася. І ўспомнілі пра кальцый. І пра фосфар, колькасць якога пры захворванні, як выявілася, таксама вельмі далёкая ад нормы.

Тады і зразумелі не толькі прычыну, але і патагенез, які ў агульных рысах можна растлумачыць так: пры недахопе вітаміну Д фосфар і кальцый, якія трапляюць з ежай, не засвойваюцца, з прычыны чаго арганізм рэзка імі збядняецца. І пачынаюць з'яўляцца разнастайныя сімптомы захворвання — патлівасць, аблысенне патыліцы, неспакой, мышачная слабасць. Калі не назначыць лячэнне, працэс паглыбляецца — косці робяцца тонкія, наступае іх дэфармацыя, затрымліваецца прарэзанне зубоў. А калі хвароба зайшла далёка — дзіця адстае ў фізічным і псіхічным развіцці.

А цяпер вы ўжо людзі адукаваныя, і лячэнне рахіту, назначанае вамі, не будзе адрозніваца ад прыпісання ўрача. Праўда, лячыць людзей вы не маеце права, таму паспрабуйце на шчанятах. У адрозненне ад сваіх дзікіх сваякоў — ваўкоў і лісіц, хатнія сабакі, а асабліва пакаёвыя, хварэюць на рахіт часта і цяжка. Ну, што назначым?

Перш за ўсё, знаходжанне на вуліцы, на сонейку — штодзённае, па некалькі гадзін.

Па-другое, ежу, багатую вітамінам Д,— яечны жаўток, сметанковае масла, ікру чырвоную або чорную, печань рыб або млекакормячых. Зразумела, гэтымі прадуктамі карміць шчанё мама не дазволіць. Але не бядуйце — яшчэ адзін даступны і танны ў нас застаўся ў запасе —

рыбін тлушч. Толькі не перастарайцеся — у шчаняці ад яго можа сапсавацца страўнік. Прывучаць да рыбінага тлушчу трэба паступова — ад некалькіх кропель да 1—2 чайных лыжак у дзень шчанятам дробных парод і да 3—4 — буйных.

Па-трэцяе, прэпараты фосфару і кальцыю. Фосфару многа ў рыбе, асабліва ў яе касцях. Кальцыю многа ў капусце, у некаторых раслінах. Але сабакі капусту не вельмі любяць. Таму лепш за ўсё назначыць аптэчныя прэпараты кальцыю і фосфару, напрыклад, кальцыевую соль гліцэрынафосфарнай кіслаты — так званы «кальцый гліцэрафасфорыкус» у парашках па адной дзесятай грама тры разы ў дзень.

Такім чынам, мы назначылі курс патагенетычнага і прычыннага лячэння амаль у поўным аб'ёме. А амаль — таму, што на самай справе патагенез рахіта куды больш складаны, чым я яго тут паказаў. Гэта толькі схема, але, на жаль, для большасці захворванняў мы не маем яшчэ і такіх схем патагенезу. І ў гэтым напрамку трэба яшчэ працаваць і працаваць. Прычым не менш за іншых — мікраэлементшчыкам...

Вось яшчэ адзін свежанькі, як гавораць — цёпленькі, прыклад высвятлення патагенезу вельмі сур'ёзнага і непрыемнага захворвання, у якім зноў-такі першую скрыпку адыгрывае парушэнне абмену кальцыю. Гутарка ідзе пра неўрастэнію. Хвароба гэтая надзвычай непрыемная.

Пацыент адчувае сябе вельмі дрэнна, у яго ўсё баліць, моцна б'ецца сэрца, яму цяжка дыхаць, ён слабее. А ўрачы, нават правёўшы поўнае лабараторнае абследаванне, нічога не знаходзяць. Хворы ходзіць ад аднаго спецыяліста да другога, вельмі перажывае, што яго прымаюць за сімулянта, але нічога не можа з сабой зрабіць — дрэнна, і ўсё тут.

Урачы ўстанавілі прычыну хваробы,— у асноўным, гэта адмоўны ўплыў тэмпу нашага жыцця, якое ўсё паскараецца, пастаяннае ўздзеянне розных шумаў... Але высвятленне прычыны не памагло ў лячэнні.

Я не буду гэтак жа падрабязна, як у выпадку з рахітам, спыняцца на метадах даследавання, якія дазволілі высветліць патагенез неўрастэніі, скажу толькі, што спатрэбілася для гэтага роўна 25 гадоў. Але цяпер вядома (хоць таксама яшчэ не да канца), што пры неўрастэніі ў крыві хворых з'яўляецца значна больш малочнай кіслаты, чым у здаровых асоб. І гэтая кіслата, злучаючыся з кальцыем, выклікае часовы яго дэфіцыт. Хваравітыя з'явы вызначаюцца іменна гэтым часовым дэфіцытам.

Малочная кіслата звычайна ўтвараецца ў працуючых мышцах, затым

кроўю пераносіцца ў печань і там перапрацоўваецца. У неўрастэнікаў у гэтым механізме штосьці не «працуе» з патрэбнай дакладнасцю. Да таго ж і кіслаты ўтвараецца больш, чым трэба, бо яны заўсёды стомленыя, нявыспаныя, заўсёды напружаны. Атрымліваецца замкнутае кола. Але дастаткова зрабіць некалькі ін'екцый кальцыю, як гэтае кола разрываецца. Чалавек выздараўлівае.

Прыведзены прыклад з рахітам і неўрастэніяй, мне здаецца, павінен пераканаць у неабходнасці вывучаць мікраэлементы пры розных хваробах. Але гэта толькі адна частка праблемы. Для таго каб паспяхова вырашыць яе ўсю, неабходна задумацца (а потым і даследаваць), чаму пры тым ці іншым захворванні канцэнтрацыя аднаго мікраэлемента змяншаецца, а другога — павялічваецца? Інакш кажучы, мала высветліць, што наяўнасць, напрыклад, марганцу пры малакроўі падае. Трэба яшчэ знайсці прычыну гэтага. Магчыма, металу менш у крыві (а даследуем мы, як правіла, кроў) не таму, што яго і ў арганізме мала, а таму, што ён раптам пачаў збірацца ў нейкім органе. Або ўстановім, што мала ва ўсім арганізме — ці паступае з ежай мала, ці не засвойваецца ў страўнікавым тракце, ці вельмі хутка і ў вялікай колькасці выводзіцца?

А ад устанаўлення «чаму мала» залежыць правільнасць лячэння.

Калі мала паступае, тады ўсё проста — даём парашкі або мікстуру. А калі не засвойваецца ў страўнікава-кішэчным тракце? Ці дапаможа назначэнне парашкоў? Відаць, не — давядзецца ўводзіць уколамі.

А калі занадта хутка выводзіцца, ці апраўдана будзе простае ўвядзенне марганцу ў арганізм, хоць нават і з дапамогай уколаў? Хутчэй за ўсё, зноў не. Трэба будзе падбіраць такія солі, якія б, напрыклад, дрэнна раствараліся ў вадзе, але добра ў тлушчах, або, наадварот, якія б іменна ў тлушчах і не раствараліся. Усё залежыць ад таго, праз які орган адбываецца вывядзенне,— ныркамі ці кішэчнікам.

А калі пераразмяркоўваецца і накапліваецца ў нейкім органе? У такім разе дадатковая колькасць мікраэлемента можа прывесці да бяды.

Так многа трэба ведаць доктару, перш чым назначыць нават самае простае, звычайнае лякарства, што нездарма ў медінстытутах увялі нядаўна сямігадовае навучанне.

Вельмі і вельмі мала дае нам вывучэнне мікраэлементаў толькі ў крыві хворых людзей. Трэба старацца даведацца, колькі іх ва ўсіх органах, ды пажадана пры большасці захворванняў. А гэта і вельмі цяж-

ка, і вельмі доўга. Калі кроў можна ўзяць практычна ў любога хворага без усякай шкоды для яго — успомніце, яшчэ зусім нядаўна вельмі шырока прымянялася кровапусканне, і адмовіліся ад яго не таму, што яно шкоднае,— проста, ёсць лепшыя сродкі,— то вось орган для даследавання ўзяць значна цяжэй.

Многіх пачынаючых даследвальнікаў велізарны аб'ём работы палохае. Сапраўды, як і 100 гадоў назад, вывучэнне мікраэлементаў сёння яшчэ вельмі далёка стаіць ад магчымасці практычнага прымянення атрыманых вынікаў у жыцці. Але і электрычнасць адкрылі не для практычных мэт — колькі дзесяцігоддзяў мінула, пакуль прымусілі яе служыць чалавеку.

Вядома, лягчэй, прыемней працаваць над такімі праблемамі, якія могуць быць вырашаны калі не сёння, то заўтра. Несумненна, вялікае задавальненне адчувае чалавек, які заканчвае навуковы артыкул словамі: «рэкамендуецца для ўкаранення ў практыку...» Не ўсім выпадае такое шчасце. Многія, вельмі многія працуюць сёння не для вырашэння мінутнага пытання, нават не для патрэб заўтрашняга дня — працуюць для паслязаўтра. І ўжо праз адно гэта яны здаюцца мне людзьмі незвычайнымі, асаблівымі...

Праўда, не варта думаць, што мікраэлементшчыкі нічым практыку так ужо і не ўзбагацілі. Пра сёе-тое я ўжо гаварыў. Трэба дадаць, што кобальт, нікель, марганец, медзь, жалеза шырока прымяняюцца пры лячэнні малакроўя рознага паходжання; марганец — пры некаторых відах радыкуліту, цынк — у тэрапіі цукровага дыябету.

Вызначэнне некаторых элементаў у крыві і мачы прымяняецца для ўдакладнення дыягназу і кантролю за лячэннем і выздараўленнем. Улічваючы абмен мікраэлементаў, распрацоўваюцца лекавыя дыеты. Як гавораць — выхад у практыку ёсць. І з кожным годам усё павялічваецца. Хоць, вядома, галоўнае свята на вуліцы мікраэлементшчыкаў яшчэ наперадзе.

РАЗДЗЕЛ ПЯТЫ, У ЯКІМ ГАВОРЫЦЦА, ШТО Ў БЛІЖЭЙШЫ ЧАС ВЫВУЧЭННЮ МІКРАЭЛЕМЕНТАЎ БУДЗЕ ЎДЗЯЛЯЦЦА ЯШЧЭ БОЛЬШ УВАГІ



Разгарніце любую газету, любы навукова-папулярны і нават грамадска-палітычны часопіс — і вы абавязкова сустрэнеце матэрыял (або серыю матэрыялаў) пра адну з самых актуальных праблем сучаснасці — адмоўнае ўздзеянне цывілізацыі на прыроду. То паведамляецца пра чорную буру, якая за некалькі гадзін выдзьмула ўсе ўрадлівыя рэчывы з тысяч гектараў ворыва, то пра гібель возера або ракі, то пра знішчэнне лесу, то аб празмерным забруджанні паветра выхлапнымі газамі аўтамабіляў і дымам заводаў...

У нашы гады выдатным савецкім вучоным, які нядаўна памёр, акадэмікам В. Н. Сукачовым была, калі так можна сказаць, створана новая навука — біягеацэналогія. Цэноз — згуртаванне, а ўся назва азначае — навука, якая займаецца ўстанаўленнем і вывучэннем сувязей паміж усімі прадстаўнікамі жывой і нежывой прыроды.

В. Н. Сукачоў быў вучнем В. І. Вярнадскага, і ён не толькі развіў і паглыбіў ідэю свайго настаўніка аб біягеахімічных правінцыях, а яшчэ больш канкрэтызаваў яе.

Вось маленькі, магчыма, і не тыповы нават, прыклад, які дапаможа зразумець, што значыць — канкрэтызаваў. Вядома, што масляты растуць абавязкова непадалёк ад соснаў, сярод бяроз іх не знайсці. Ёсць, відаць, нейкая ў гэтым прычынная сувязь. І гэта датычыць не толькі грыбоў, кветак і ягад, але і насякомых, птушак, звяроў, чалавека.

Здаюцца відавочнымі адны сувязі — напрыклад, паміж колькасцю вавёрак і ўраджаем шышак і жалудоў, паміж своечасовым дожджыкам і багатым намалотам пшаніцы.

Не з'яўляецца цяжкасцю высвятленне некаторых заканамернасцей у іншых выпадках — напрыклад, рост колькасці шпакоў і іншых пярнатых змяншае колькасць насякомых — шкоднікаў саду, а таму павялічвае ўраджай яблыкаў.

У трэцім выпадку сувязі вельмі складаныя. Напрыклад, вядома, што асушэнне балот робіць прыгоднымі для земляробства вялікія плошчы, якія да гэтага не прыносілі чалавеку відавочнай карысці. Але з другога боку выявілася, што непрадуманае асушэнне балот вядзе да абмялення рэк, эрозіі глебы.

Асноўнай заслугай В. Н. Сукачова з'явілася стварэнне тэорыі аб агульным для ўсіх прадстаўнікоў згуртавання (а прасцей кажучы, да жывой і нежывой прыроды) абмене рэчываў. Абмен рэчываў у асобна ўзятым арганізме — чалавека ці жывёлы — вывучаўся з даўняга часу. Да гэтага ўсе прывыклі. А што такое «агульны» абмен рэчываў? Каб было зразумела, растлумачу на прыкладзе.

Адкрыты М. В. Ламаносавым закон захавання энергіі вызначае наяўнасць агульнага абмену рэчываў. Уся энергія, якая выпрацоўваецца на зямлі, выключаючы толькі энергію радыяактыўнага распаду,— гэта энергія сонца.

Расліна, паглынаючы прамяністую энергію, засвойвае з паветра і глебы прасцейшыя рэчывы, ператвараючы іх у больш складаныя, арганічныя. Жывёлы, з'ядаючы расліны, ператвараюць іх у яшчэ больш складаныя. А чалавек харчуецца і раслінамі, і жывёламі...

Калі мала было сонечных дзён летам, то расліны забяруць мала рэчываў і дадуць малы ўраджай. Або калі глеба бедная пажыўнымі рэчывамі, то ўраджай атрымаецца дрэнны. Але калі сонечных дзён было дастаткова і глеба ўгноеная, але распладзілася вельмі шмат мышэй і іншых грызуноў, то ўсё роўна ў засекі будзе засыпана мала.

Агульны для згуртавання, а кажучы шырэй, то, несумненна, і для ўсяго зямнога шара, абмен рэчываў і дазваляе прадугледзець, што і як зменіцца, калі выключыць з ланцужка адно звяно або, наадварот, увесці ў яго новае.

Але навука гэтая з'явілася вельмі нядаўна і не паспела вывучыць усе

сакрэты «агульнага» абмену рэчываў. Таму і цяпер усё яшчэ плацяць прэміі за скуру ваўка, хоць даўно вядома, што здаровую жывёлу — каза гэта, алень або карова — воўк не адужае. А калі з'есць хворую — карысць для ўсяго згуртавання,— не будуць распаўсюджвацца хваробы, не будзе гэта жывёла пасля смерці гніць дзе-небудзь пад кустом. Таму апыляюць з самалётаў палі ядахімікатамі, знішчаючы тым самым і птушак, і пчол, хоць даўно вядома, што істот карысней за птушак і пчол для садоў і палёў няма на белым свеце.

Асноўнай прычынай з'яўляецца, вядома, не чыясьці злая воля, не злачыннае жаданне сапсаваць знарок. Проста недастатковае веданне законаў прыроды, з аднаго боку, і багацце гэтай прыроды, з другога, не насцярожылі ні вучоных, ні практыкаў у патрэбны час, не садзейнічалі з'яўленню ўсеагульнай зацікаўленасці ў разумным умяшанні ў заканамернасці развіцця прыроды. У выніку давялося сустрэцца з непрыемнымі фактамі. Напрыклад, з такім: за 40 гадоў першай паловы дваццатага стагоддзя канцэнтрацыя вуглякіслага газу ў паветры павялічылася з 0,029 да 0,032 працэнта. Гэта адбылося з прычыны спальвання паліва, высякання лясоў (калі вы не забылі батаніку, то можна не тлумачыць, што толькі зялёныя насаджэнні паглынаюць з паветра вуглякіслы газ і што каб не было на зямлі зяляніны, жыццё было б немагчымае), гашэння вапны, працэсаў браджэння і г. д.

На колькі павялічылася канцэнтрацыя вуглякіслага газу за наступныя 30 гадоў, я не ведаю, не знайшоў у літаратуры даных, але, бясспрэчна, павялічылася намнога. Прайшла вайна — колькі згарэла ўзрыўчаткі, колькі загінула лясоў, ды і наступленне чалавека на прыроду ідзе з усё ўзрастаючай інтэнсіўнасцю — лясы высякаюцца, паліва спальваецца.

Раз колькасць вуглякіслага газу расце, то колькасць кіслароду змяншаецца. І няхай не супакойваюць нас долі працэнта — гэта ўсё роўна многа. Галоўнае для дыхання — так званы парцыяльны ціск газаў паветра — гэта значыць той ціск, які аказвае кожны газ паасобна. І атрымліваецца, што калі ціск аднаго — вуглякіслага, напрыклад — павялічваецца, то другога — кіслароду — змяншаецца. А чалавек жа прывык жыць і працаваць пры строга вызначаных суадносінах ціскаў. І хоць працэс адаптацыі, прыстасавання, несумненна, дапамагае пераадолець розныя неспрыяльныя ўмовы, ён патрабуе працяглага часу. Прывычка дыхаць паветрам з пэўнымі суадносінамі газаў выпрацоўвалася тысячагоддзямі,

а змены ў яго саставе ў наш час адбываюцца ўжо за якія-небудзь дзесяткі гадоў.

Неабходна яшчэ ўлічыць, што 0,003 працэнта, на якія павялічылася колькасць вуглякіслага газу,— гэта велічыня сярэдняя для ўсёй атмасферы планеты Зямля. Дзе-небудзь над акіянам, над тайгой або ў гарах змен пакуль што няма або яны няўлоўныя. Затое ў вялікіх гарадах, у прамысловых раёнах — а якраз тут жыве большасць цывілізаванага насельніцтва зямнога шара — павелічэнне канцэнтрацыі складае велічыню ў сотні і тысячы разоў большую.

Мае значэнне яшчэ і стан чалавека. Так, пры змяншэнні колькасці кіслароду з 21 да 19—18 працэнтаў чалавек, які знаходзіцца ў спакоі, гэтага нават не заўважыць. Але варта яму прыступіць да інтэнсіўнай работы, як вельмі хутка з'явяцца прыкметы кіслароднай недастатковасці.

Хто бываў у гарах, ведае, як цяжка дыхаць без прывычкі нават на невялікай вышыні. Здавалася б, ну што такое 2300 метраў над узроўнем мора? Кіслароду там усяго на 2—3 працэнты менш. Але ўспомніце Алімпійскія гульні ў Мехіка, чэмпіянат свету па футболу 1970 года. Спартсмены, якія, дарэчы, даволі працяглы час рыхтавалі сябе да высакагор'я, праходзілі спецыяльна акліматызацыю, трацілі прытомнасць, калі ўзрасталі нагрузкі.

А што калі?.. А што калі дадаць у кроў чалавека лішні атам хрому або замяніць у гемаглабіне жалеза ванадыем?



Або замест кобальту ўвесці нікель? Магчыма, гэта дазволіць чалавеку жыць і працаваць нават, скажам, пры 15 працэнтах кіслароду ў атмасферы. А можа чалавек-амфібія, створаны талентам А. Бляева, не такая ўжо і ўтопія? Можа мікраэлементшчыкі разам з іншымі вучонымі здолеюць «сканструяваць» такі састаў крыві, якая зможа не толькі паглынаць кісларод з паветра, але і «вылаўліваць» яго з вады.

А магчыма, наогул можна зрабіць штучную кроў? У жыцці ж бывае столькі выпадкаў, калі патрэбна не проста звычайная чалавечая кроў, а якая-небудзь спецыяльная, з загадзя зададзенымі ўласцівасцямі. Скажам, навошта альпіністу, які збіраецца падняцца на Джамалунгму, цягнуць на сабе цяжкія кіслародныя балоны. Лепш уліць яму ў вену 2—3 літры штучнай крыві, якая, напрыклад, у 10 разоў лепш утылізуе кісларод паветра.

Такая кроў спатрэбілася б і лётчыкам, і касманаўтам.

Навука ў нашы дні развіваецца так імкліва, што часам абганяе нават мары. Год-два назад размова пра штучную кроў лічылася фантазіяй. А нядаўна ў літаратуры з'явілася паведамленне, што такая кроў ужо існуе.

Доктар Л. Кларк з універсітэта ў Цынцынаці (ЗША) сінтэзаваў кроў з хімічна інертных злучэнняў вугляроду і фтору, узважаных у салевым растворы. Гэтая кроў белая, як малако, і можа неабмежаваны час захоўвацца пры хатняй тэмпературы, а перад ужываннем патрабуе актывацыі ўльтрагукам.

Вядома, на людзях яе яшчэ не прымянялі, але чатыры сабакі, якім замянілі палавіну ўласнай крыві сінтэтычнай, жылі як ні ў чым ні было. Паступова штучная кроў выцеснілася натуральнай.

Штучная кроў — гэта, вядома, будучыня. А зазірнём, у літаральным сэнсе, у заўтрашні дзень. У выніку гаспадарчай дзейнасці чалавека мікраэлементны састаў глебаў паўсюдна рэзка мяняецца. Магутныя плугі выварочваюць глыбокія пласты зямлі, чалавек высякае лясы, уносіць у зямлю многія тоны мінеральных угнаенняў і сродкаў хімічнай праполкі. З дажджом выпадаюць хімічныя элементы і рэчывы, якія раней у дадзенай мясцовасці не сустракаліся, бо дымы і газы не ідуць у космас, якія б высокія трубы ні будавалі. Выхлапныя газы аўтамашын насычаюць атмасферу свінцом — яго дадаюць у бензін, каб прадухіліць дэтанацыю.

У рэкі і азёры зліваюць мільёны тон адыходаў вытворчасці, і, на

жаль, многія з іх не раскладаюцца дзесяцігоддзямі, як вядомы ДДТ (праўда, ён трапляе не як адыход), або раскладаюцца на яшчэ больш шкодныя састаўныя часткі.

Усё гэта тым або іншым спосабам трапляе ў глебу і расліны, у гародніну і фрукты, у малако і мяса, і — у арганізм чалавека. А гэта... можа прывесці да самых нечаканых вынікаў. І ніхто іншы, як толькі мікраэлементшчык, не зможа адказаць на ўсе пытанні, якія ўзнікаюць у сувязі з гэтым, і ніхто іншы не зможа дапамагчы як асобнаму чалавеку, так і ўсяму чалавецтву.

Але як у прыродзе ўсё заблытана і пераплецена! Толькі што я даказваў, што дымы і газы — гэта шкодна. І правільна даказваў. Але вось за апошняе дзесяцігоддзе над планетай рэзка скарацілася колькасць вугальнага дыму. Усюды пераходзяць на газ і нафту, нават паравоз цяпер цяжка сустрэць. І пачала зніжацца ўраджайнасць бабовых, і канюшына з лубінам менш узбагачаюць глебу азотам. Аказваецца, у вугальным дыме змяшчалася сера, а яна «для нечага» неабходна бабовым, і без яе бабовыя адчуваюць сябе дрэнна. Відаць, давядзецца хутка выпрацоўваць серныя ўгнаенні.

Прадбачу пытанне: а чаму ўрачы павінны займацца вырашэннем усіх гэтых фантастычных (і не вельмі фантастычных) праектаў, калі гутарка ідзе, у асноўным, толькі пра здаровых людзей? Атрымліваецца парадокс — урачы заняліся здаровымі і забылі пра хворых.

Не, парадокса тут няма. Задача ўрачоў у недалёкай будучыні будзе заключацца не толькі ў тым, каб лячыць, а ў тым, каб прадухіляць захворванні. Медыкі будуць «канструяваць» такое знешняе асяроддзе, у якім бы чалавек не хварэў. А для гэтага медыкам трэба будзе вельмі добра ведаць мікраэлементы.

Але калі прымяненне мікраэлементаў у медыцыне — праблема заўтрашняга дня, то выкарыстанне даных навукі ў сельскай гаспадарцы і жывёлагадоўлі — справа, бясспрэчна, ужо сённяшняя. Чаму? Гэтаму пытанню прысвечаны наступны раздзел.

РАЗДЗЕЛ ШОСТЫ,

У ЯКІМ РАСКАЗВАЕЦЦА АБ ПРЫМЯНЕННІ МІКРАЭЛЕМЕНТАЎ У СЕЛЬСКАЙ ГАСПАДАРЦЫ



Праводзіць эксперыменты на людзях, хоць бы і на адным толькі чалавеку, самі разумееце, нельга. Самы, здавалася б, вывучаны мікраэлемент нельга даваць хвораму, пакуль неабвержныя даныя па ўсім ланцужку ўзаемадзеяння яго ў арганізме не пацвердзяць — апрача станоўчага эфекту, ніякіх пабочных уплываў не будзе. А пра тое, як доўга і цяжка гэта даказаць, я ўжо гаварыў.

Іншая справа — жывёлы або расліны. Тут усё залежыць толькі ад маштабаў — вядома, не варта эксперыментаваць адразу з пагалоўем або ўраджаем усёй краіны, але ў адным-двух калгасах можна паспрабаваць.

І спрабуюць. Дадаюць у корм вусеням тутавага шаўкапрада соль марганцу і пераконваюцца, што нарастанне жывой вагі і вагі коканаў павялічваецца амаль на 20 працэнтаў. Прычым, што таксама вельмі важна, пры тым жа рацыёне.

Спрабуюць дадаваць соль марганцу ў дрожджы — і, аказваецца, ім гэта падабаецца, яны пачынаюць расці «як на дражджах». І зноў-такі, пры адной і той жа колькасці зыходных пажыўных рэчываў.

У Амерыцы (штат Мінесота) прыдумалі для курэй спецыяльную магніевую падкормку. Тэарэтычным абгрунтаваннем служыла вядомая казка пра курачку Рабу і яе яйка, а практычным стымулам — мільённыя страты, што неслі птушкафабрыкі з прычыны крохкасці шкарлупіны яек.

Аказалася, што магній у шмат разоў умацоўвае шкарлупіну, а на курэй адмоўна не дзейнічае.

Недахоп кобальту ў глебах прыводзіць да сур'ёзнага захворвання авечак і кароў, у якіх прападае апетыт, прагрэсіруе слабасць, з'яўляецца малакроўе. Яшчэ да сярэдзіны пяцідзесятых гадоў нашага стагоддзя толькі па гэтай прычыне ў некаторых мясцовасцях Аўстраліі, Канады, Злучаных Штатаў Амерыкі, Англіі, Францыі, Югаславіі, а ў нас — у Латвіі і Эстоніі — не маглі разводзіць жывёл, хоць кармоў хапала. А потым па рэкамендацыі мікраэлементшчыкаў паспрабавалі дадаваць у корм нязначную колькасць солей кобальту. І хваробу як рукой зняло.

Пра тое, што недахоп медзі ў глебах прыводзіць да скарачэння і слабасці сцябла злакавых, вы ўжо ведаеце. Але аказалася, што дадаванне нязначнай колькасці гэтага металу да ўгнаенняў, якія ўжываюцца, садзейнічае яшчэ і павелічэнню крухмалу і бялку ў раслінах, павышае ўсходжасць і выжываемасць зародкаў насення. А гэта, як няцяжка здагадацца, паляпшае ўраджайнасць і пажыўную каштоўнасць сельскагаспадарчых культур. Станоўча ўплывае медзь і на ўтварэнне хларафілу, што, у сваю чаргу, інтэнсіфікуе дыханне і жыўленне раслін.

Неабходна медзь і жывёлам, таму што пры яе дэфіцыце ў іх развіваецца хвароба, якая атрымала назву «лізухі». Авечкі і буйная рагатая жывёла трацяць апетыт, худзеюць, пакутуюць ад цяжкай формы малакроўя. І калі мікраэлементшчыкі ўстанаўліваюць, што медзі ў глебах той ці іншай мясцовасці мала, то зрабіць практычныя вывады ўжо няцяжка.

У некаторых біягеахімічных правінцыях жывёлы, асабліва маладняк, пакутуюць ад так званай «беламышачнай хваробы». Апрача таго, што мяса такіх жывёл непаўнацэннае, яны адстаюць у развіцці, часта гінуць. А прычына? Хоць да канца ўстанавіць яе яшчэ не ўдалося, усё ж высветлілася, што дадаванне ў корм селена, вельмі мала вывучанага мікраэлемента, цалкам вылечвае гэтую хваробу.

Вялікую ўвагу вывучэнню мікраэлементаў у сельскай гаспадарцы ўдзяляюць зараз не толькі ветэрынары і аграномы, але і ўрачы. І для даследчыкаў тут цэлы акіян работы. Напрыклад: вядома, што сіласам карміць кароў лепш, чым сенам. Але сілас трэба нечым закансерваваць, інакш ён доўга не захаваецца. А кансерванты — гэта хімічныя рэчывы. І праз некалькі дзён пасля таго, як каровы іх з'ядуць, яны трапяць у ар-

ганізм чалавека — у выглядзе малака або мяса. А што выклічуць (або могуць выклікаць) яны ў яго?

Пра карысць і значэнне мінеральных угнаенняў гаварыць не даводзіцца. Але і тут не ўсё так добра, як хацелася б. Ніхто не будзе ачышчаць угнаенні хоць бы да значэння «Ч» — чыстае,— а гэта азначае непазбежна, што разам з каліем, фосфарам, азотам і іншымі, сапраўды неабходнымі рэчывамі, у глебу трапяць і розныя непажаданыя прымесі.

Узяць, напрыклад, Салігорскі калійны камбінат. Здабываюць там мінерал сільвініт, у якім калійных солей не больш 25 працэнтаў. Астатняе — натрыевыя солі і іншыя прымесі. Калі б чыстым сільвінітам пасыпалі палі, то ўраджайнасць вельмі хутка пачала б зніжацца — адбылося б засаленне глебы. Каб гэтага не здарылася, угнаенні ўзбагачаюць, даводзячы наяўнасць каліевых солей да 60—70 працэнтаў. Гэта ўжо добра, але вагавыя суадносіны не заўсёды адпавядаюць хімічнай і, асабліва, біялагічнай актыўнасці. Аграномы вывучаюць уплыў гэтых прымесей на расліны і глебу, але аднаго гэтага яшчэ мала, абавязкова трэба вывучыць і ўплыў іх на жывёл і чалавека.

Паміж хімічнымі элементамі, якія трапілі ў арганізм, існуе і пэўны антаганізм (успомніце пра малібдэн і медзь). І тады прымяненне нават ачышчанага мінеральнага ўгнаення можа выклікаць нейкія пабочныя змены. Напрыклад, вядома, што высокія дозы азоцістых угнаенняў значна зніжаюць у раслінах (працягвайце ланцужок далей самі) наяўнасць марганцу і медзі.

Відавочна, істотны ўплыў на расліны аказвае не толькі хімічная формула ўгнаення, але і яго, так сказаць, фізічная форма. Адна справа была, калі прадзеды нашы ўносілі ў глебу медзь у выглядзе размолатых «пірытных агаркаў», і другая справа, як уносіцца медзь зараз — у выглядзе сернакіслай солі — меднага купарвасу. Калі «пірытны агарак» змяшчаў усяго каля 0,5 працэнта чыстага металу, ды яшчэ і вызваляў яго на працягу 5—7 гадоў, то медны купарвас вельмі добра раствараецца і хутка, у вельмі кароткі тэрмін, паглынаецца раслінамі. А вось ці на карысць гэта ідзе?

Мікраэлементы ў раслінах сёння актыўна вывучаюць геолагі. З'явілася нават новая навука — геабатаніка. Дарэчы, нічога дзіўнага ў гэтым няма. Біягеахімічная правінцыя ўплывае не толькі на наяўнасць у раслінах тых ці іншых мікраэлементаў, але і на падбор у якой-небудзь мясцовасці

раслін, якім асабліва «па густу» хімічныя рэчывы, што змяшчаюцца ў глебе. Калі з гэтага пункту гледжання паглядзець на лугі і палі, лясы і балоты, то можна заўважыць пэўныя заканамернасці.

У адным месцы растуць гіганцкія травы, у другім — пераважае толькі адзін від хмызняку, у трэцім — кветкі раслін маюць незвычайную афарбоўку. А чаму? «Вінаваты» ў гэтым мікраэлементы. Дык ці нельга, не прабіваючы шурфаў, не свідруючы шчылін, а толькі збіраючы гербарый, прадказаць — вось тут можна чакаць выхад жалезнай руды, а тут многа марганцу... Можна, і ўжо сёе-тое ў гэтым напрамку робіцца, сёе-тое знаходзіцца.

На практыцы ўстаноўлены наступныя заканамернасці: па-першае — існуюць расліны, якія растуць толькі на глебах, багатых тым ці іншым хімічным элементам. У якасці класічнага прыкладу можна назваць галмейную фіялку, якая беспамылкова ўказвае на месцанараджэнне цынку.

Па-другое, ёсць віды раслін, якія, у прынцыпе, могуць расці ўсюды, але рудныя месцанараджэнні любяць асабліва (або, наадварот, не любяць), і вось па гэтых крайнасцях геабатанікі таксама знаходзяць залежы карысных выкапняў. Тут можна ўспомніць «медзістыя» мхі, па якіх у Швецыі ўжо адкрыта тры месцанараджэнні медзі. У нас ролю меднага індыкатара на Алтаі адыграў качым — шматгадовая расліна з бела-ружовымі кветачкамі.

Адваротная залежнасць — нелюбоў



да некаторых мікраэлементаў таксама дапамагае вучоным. Дастаткова сказаць, што часта пад «лысінамі» ў раслінным дыване хаваюцца бор і хром.

Па-трэцяе, павышаная наяўнасць элементаў выклікае змену формы ўсёй расліны або асобных яе частак, або змену афарбоўкі кветак, або нейкія захворванні, неўласцівыя гэтаму віду ў іншых мясцовасцях. Так, напрыклад, мак, які расце над свінцова-цынкавым месцанараджэннем, змяняе форму пялёсткаў, нікель абясколервае кветкі (па гэтай прыкмеце — абясколерванню кветак сон-травы — на Паўднёвым Урале знайшлі паклады гэтага металу), алюміній выклікае скручванне лісцяў, берылій знявечвае сосны — галінкі ператвараюцца ў мяцёлкі, медзь змяняе колер ружовай і жоўтай руж на блакітны.

Па-чацвёртае, не рэдкасць, калі расліны, вырастаючы на багатых якім-небудзь элементам глебах і насычаючыся ім значна больш нормы, усё ж знешне не церпяць прыкметных змен. І тады... і тады батанікі і геолагі праводзяць увесь комплекс лабараторных даследаванняў, вельмі падобных на даследаванні ўрачоў, толькі замест крыві ў ціглі кладуць часткі раслін.

І хоць даследаваць расліны трэба не на адзін мікраэлемент, а на дзесяткі, рабіць не сотню проб, а тысячы, усё ж абходзіцца гэта танней, а часу патрабуе менш, чым закладка шурфаў, свідраванне разведачных шчылін. Асабліва дзе-небудзь у непраходнай тайзе або тундры. Паспрабуй, перацягні туды тэхніку, гаручае і ўсё астатняе абсталяванне, неабходнае для свідравання. А геолаг з рукзаком, практычна, самы ўсюдыходны від транспарту. Ды і кветачкі-лісточкі — гэта ж не каменне за спіной цягаць.

Вядома, і тут могуць быць свае памылкі. Прычынай высокай канцэнтрацыі жалеза ў раслінах, што растуць на лужку, можа быць не руда месцанараджэння, а танк, які патануў тут у балоце чвэрць стагоддзя назад. Пераацэньваць метад не варта, але ўзяць на ўзбраенне неабходна. У комплексе з іншымі даследаваннямі геабатаніка прыносіць вялікую дапамогу народнай гаспадарцы.

У сувязі з развіццём атамнай энергетыкі вельмі актуальнай стала зараз праблема ўтылізацыі радыеактыўных адыходаў. І ў гэтым нам могуць дапамагчы зялёныя сябры — расліны. Некаторыя з іх выбарча збіраюць радыеактыўныя рэчывы, выключаючы іх, хоць бы на час, з круга-

вароту ў прыродзе, змяншаючы канцэнтрацыю ў асяроддзі, якое непасрэдна акружае чалавека.

На першым месцы тут стаіць сажалкавая раска, якая збірае радый з паветра і вады і змяшчае яго ў колькасці, што ў 650 разоў перавышае наяўнасць у акружаючых раслінах. Некаторыя расліны асаблівую схільнасць маюць да урану, іншыя — да стронцыю.

Трапляюцца такія «аматары вострых адчуванняў» і ў свеце жывёл, напрыклад, жыхар марскіх глыбіняў амар канцэнтруе ў сабе радыеактыўны плутоній 239.

Роля і значэнне радыеактыўных рэчываў зараз настолькі ўзраслі, што не сказаць пра іх асобна было б недаравальна. А таму размова пра іх пойдзе ў наступным раздзеле.

РАЗДЗЕЛ СЁМЫ, У ЯКІМ ГАВОРЫЦЦА ПРА ІЗАТОПЫ І ІНШЫЯ РАДЫЕАКТЫЎНЫЯ РЭЧЫВЫ, А ТАКСАМА ПРА КАРЫСЦЬ КАЗАК І НАЗІРАННЯЎ ЗА ЖЫВЁЛАМІ



Многія, калі не ўсе, натуральныя радыеактыўныя рэчывы знаходзяцца ў арганізме ў выглядзе мікраэлементаў. Гэта зразумела, бо і ў той далёкі час, калі зараджалася жыццё ў акіяне, яны былі, і жывая клетка не магла абысціся без іх. І таму сёння мы выяўляем ва ўласным арганізме і уран, і цэзій, і радый.

Цікава іншае — а якія функцыі выконваюць гэтыя радыеактыўныя мікраэлементы ў жывым арганізме? Можа, яны сапраўды шкодныя, як нядаўна лічылі большасць мікраэлементаў?

І яшчэ. Мы ведаем, што ў прыродзе існуюць спрадвечныя, натуральныя радыеактыўныя рэчывы і ізатопы, а ёсць, калі так можна сказаць, «сінтэтычныя» — утвораныя ў выніку выбухаў атамных бомб, работы ядзерных рэактараў і г. д. Якія ўзаемаадносіны паміж імі? Калі за тысячагоддзі арганізм прыстасаваўся, напрыклад, да калію — 40 або цэзію — 137, то стронцый — 90 з'явіўся зусім нядаўна.

На жаль, поўнага адказу на гэтыя пытанні навука пакуль не дала. Але праблема вельмі актыўна і паспяхова вырашаецца. Нядаўна ў Мінску была абаронена дысертацыя на атрыманне вучонай ступені доктара медыцынскіх навук маладой даследчыцай М. П. Паўлавай, якая адна з першых у свеце паспрабавала вывучыць абмен радыеактыўных мікраэлементаў у арганізме і высветліць, да якіх вынікаў прыводзіць парушэнне гэтага абмену.

Зразумела, расказаць падрабязна пра ўсе вывады і вынікі дысертацыі няма магчымасці — яна вельмі вялікая. Да таго ж мяне больш захапілі рэчы не даказаныя дакладна, а выказаныя ў выглядзе гіпотэз. Ну, напрыклад, такая. У выніку даследаванняў М. П. Паўлава знайшла, што натуральныя бета-радыеактыўныя рэчывы выбарча назапашваюцца ў костках верхняй часткі чэрапа, якая называецца зводам.

Гэтыя косткі прыкрываюць самую «інтэлектуальную» частку мозгу — кару вялікіх паўшар'яў. Кара адказвае за другую сігнальную сістэму і ажыццяўляе велізарную колькасць імгненных рэакцый — атрымлівае і захоўвае інфармацыю, выкарыстоўвае яе пры неабходнасці, адказвае за выпрацоўку часовых умоўных рэфлексаў, мову і гэтак далей. Усе гэтыя рэакцыі патрабуюць энергіі, патрабуюць наяўнасці нейкіх асаблівых хімічных злучэнняў. А радыеактыўныя элементы выпраменьваюць бета-часцічкі, пранікаючая сіла якіх раўняецца 0,8 сантыметра, гэта значыць яны якраз могуць прайсці праз кару.

М. П. Паўлава выказала меркаванне, што такое суседства з'яўляецца не выпадковым супадзеннем, а неабходным спалучэннем, якое забяспечвае кару іянізацыяй — раскладаннем, у прыватнасці, вады з утварэннем нястойкіх, здольных да імгненных рэакцый, рэчываў. І хоць гэта толькі смелая гіпотэза і міне нямала часу, пакуль яго вялікасць ФАКТ пацвердзіць яе (а можа і не пацвердзіць, хто ведае), атрыманыя даныя па-новаму дазваляюць зразумець ролю радыеактыўных мікраэлементаў.

Вялікая колькасць радыеактыўных элементаў у костках шкілета ў параўнанні з мяккімі тканкамі таксама, відаць, не выпадковасць. Косткі з'яўляюцца не толькі апорай для цела, яго «арматурай», але па «сумяшчальніцтву» выконваць яшчэ адну выключна важную функцыю — у іх заключаны косны мозг, які вырабляе кроў.

Растлумачыць, чаму кроватворны орган павінен знаходзіцца ў костках, а не быць асобным утварэннем па прыкладу печані або нырак, навука пакуль не можа. Не можа таму, што не высветлена сувязь паміж косным мозгам і косткай. Думкі вучоных па гэтым пытанні разыходзяцца.

Адны лічаць, што па аналогіі з галаўным косны мозг знаходзіцца ў костках, як рэч у чамадане. І костка і мозг існуюць самастойна і адно ад аднаго не залежаць.

Другія даследчыкі сцвярджаюць, што косны мозг — гэта своеасаблівы прадукт жыццядзейнасці косткі і звязаны з ёй вельмі цесна. Хто з іх

мае рацыю, вырашыць будучыня, хоць гіпотэза М. П. Паўлавай аб уплыве костак чэрапа на галаўны мозг ускосна падтрымлівае другі пункт гледжання.

А калі так, калі сапраўды косны мозг — прадукт косткі, значыць, і кроў — прадукт косткі. Значыць, назапашванне радыеактыўных мікраэлементаў у костках аказваецца нейкім чынам неабходным для криватварэння. Вырысоўваецца яшчэ адна гіпотэза. Памятаеце, калі гутарка ішла аб газаабмене, мы гаварылі, што гемаглабін — рэчыва з нястойкімі сувязямі, што хром, напрыклад, лёгка мяняе свой зарад. Аднак да гэтага часу незразумела, а чаму (не для чаго — гэта ўжо высветлілі), а іменна чаму ён яго мяняе. Ці не ўмешваецца і тут бета-выпраменьванне?

І яшчэ. Калі нармальная колькасць пэўных радыеактыўных рэчываў неабходна для паспяховага криватварэння, то, відаць, парушэнне ў абмене іх — у бок парушэння суадносін паміж імі або выцясненне натуральных ізатопаў штучнымі — можа нейкім чынам адбіцца на чалавеку, прывесці да захворвання. Так яно і бывае. М. П. Паўлава пераканаўча даказала ролю парушэння абмену натуральных радыеактыўных рэчываў у паходжанні самай цяжкай хваробы крыві — лейкозу.

Нельга, разглядаючы радыеактыўныя мікраэлементы, не спыніцца на стронцыі — 90. Рэзка адмоўнае ўздзеянне яго на жывыя арганізмы даказана. Пра яго падступнасць — адсутнасць фізічных і хімічных раздражняльнікаў — вядома даўно. Сапраўды, усе шкодныя для чалавека з'явы нейкім чынам сігналізуюць аб сваёй агрэсіі — ці тэмпературай (агонь), ці пахам (яды), ці пякотай (хімічныя рэчывы). А стронцый — 90 (ды і астатнія радыеактыўныя рэчывы) можа дзейнічаць гадзінамі і днямі, а чалавек нічога не будзе адчуваць, пакуль не захварэе.

Пры пападанні ў арганізм невялікай колькасці стронцыю — 90 хвароба таксама не спяшаецца праявіць сябе. Мінаюць гады і дзесяцігоддзі, пакуль разаўецца лейкоз.

У Японіі, адзінай краіне свету, якая перажыла два атамныя выбухі, колькасць людзей, што хварэюць лейкозам, надзвычай вялікая і па сённяшні дзень, хоць з моманту трагедыі мінула больш 25 гадоў. Даследаванні гэтых хворых паказваюць, што стронцый — 90 збіраецца ў костках шкілета, выцясняючы адтуль натуральныя радыеактыўныя элементы.

Мы разгледзелі толькі тры мікраэлементы, якія валодаюць уласцівасцю пранікальнай радыяцыі. І ўжо сустрэлі столькі незвычайнага. Мож-

на ўявіць, як узбагаціцца навука, калі будзе вывучана «геаграфія» размяшчэння ў арганізме ўсіх радыеактыўных рэчываў і ізатопаў.

Медыцына — першая з усіх навук і прафесій, што ўзніклі на зямлі. Не толькі старажытныя людзі ў першабытным грамадстве, але і чалавекападобныя малпы валодалі і валодаюць запасам інстынктаў, дарэчы, зусім мэтазгодных з навуковага пункту гледжання, якія дазваляюць ім ратаваць сваё жыццё і захоўваць здароўе. Для прыкладу можна ўказаць на спосаб штучнага дыхання «рот у рот», які «распрацавалі» малпы, а потым ужо выкарыстаў чалавек. Гэты спосаб аказаўся больш эфектыўны, чым той, які ўжывалі людзі — згінанне рук і ног.

Вядома, навуковай асновы медыцыны ў першабытнага чалавека не было, але інстынктыўна або выпадкова ён выкарыстоўваў часам «жывую ваду» і «жывую мазь». Да нас гэтыя звесткі дайшлі ў выглядзе казак. І доўгі час да «жывой вады» ставіліся гэтак жа, як да іншых казачных атрыбутаў — дывана-самалёта, канька-гарбунка, ступы бабы-ягі.

Самалёты даўно перасталі быць цудам,анькі-гарбункі ў выглядзе аўтамашын даўно ўжо атручваюць нас сваімі выхлапамі, і нават ступа набыла аэрадынамічную форму ракеты і лётае ў космасе. А вось «жывой вады» як не было, так і няма. А можа яна ўсё ж існуе? А можа мы яшчэ дрэнна вывучылі прыроду і не ведаем, што ў нас пад нагамі?



Прынамсі, «жывая мазь» ужо знойдзена. І «жывы камень». І ўласцівасці ў іх тыя ж самыя, што ў казачнай «жывой вады». Ну, можа ў казках былі перабольшаны тэрміны — рана зажывае не адразу, а праз дзень-два, пералом зрастаецца не на другі дзень, а праз тыдзень-паўтара. Але ж не праз тыдні і месяцы, як гэта бывае пры звычайным лячэнні. Словам, не зусім, як у казцы, але ўсё ж з казачнай хуткасцю.

«Жывая мазь» называецца муміё. Знаходзяць гэтае падобнае на смалу рэчыва ў гарах, часцей за ўсё сярэднеазіяцкіх. А ў Саянах часам сустракаецца «жывы камень» — барчын, што азначае горнае або каменнае масла. Муміё і барчын садзейнічаюць хуткаму зажыўленню ран і пераломаў, прычым пераломы зрастаюцца зусім незвычайным спосабам — вакол былой шчыліны ўтвараецца валік-шоў, падобны на шоў, які застаецца на стальных трубах пасля зваркі.

Калі на краснаярскім заводзе бактэрыйных прэпаратаў праверылі здольнасць барчына забіваць мікробы, то ўсе былі здзіўлены — ён аказаўся значна эфектыўней за пеніцылін.

Але самым дзіўным з'яўляецца тое, што, відаць, усімі сваімі цудоўнымі ўласцівасцямі муміё і барчын абавязаны мікраэлементам. Канцэнтрацыя іх, асабліва ў барчыне, вельмі высокая, каб гэта было выпадковасцю. Да таго ж толькі мікраэлементы ў стане вытрымаць сібірскія маразы і сярэднеазіяцкую гарачыню, астатнія рэчывы, як, напрыклад, вітаміны або фітанцыды, абавязкова распаліся б.

Лекавыя здольнасці «жывой мазі» і «жывога каменя» патрабуюць строгай праверкі. Як відаць, мала будзе проста высветліць мінеральны састаў муміё і барчына. Трэба будзе ўстанавіць, у якой хімічнай форме (а магчыма, і фізічнай) знаходзяцца ў іх мікраэлементы. Я ўжо гаварыў аб розніцы ў дзеянні пірытных агаркаў і меднага купарвасу, хоць дзеючым пачаткам у абодвух выпадках была медзь. Але верыцца, што «жывая вада» нашых казак — не мара пра будучыню, а інфармацыя пра мінулае, толькі крыху, магчыма, перабольшаная.

Трэба больш уважліва вывучаць прыроду, пільней углядацца ў яе. Назіраць за жывёламі, нават хатнімі. Неяк крыўдна робіцца, калі даведваешся, што муміё і барчын знаходзяцца ў гарах. А што ж у нашых, лясіста-балоцістых мясцовасцях? Няўжо так нічога і няма?

Сабака, укушаны змяёй, гіне, калі ўзяць яго ў пакой або пасадзіць на ланцуг. Але калі яго адпусціць на свабоду, ён вернецца дзён праз

10—12 — худы, слабы, але жывы. У народзе гавораць: «Бегаў, траву ад яду шукаў». Чаму траву? Ды таму, што наогул сабакі, асабліва вясной, траву ядуць ахвотна. І калі захварэюць на што-небудзь — таксама ядуць. Але ядуць пырнік, канюшыну і іншую траву, што расце непадалёк ад дома. А пасля ўкусу змяі сабакі ўцякаюць далёка і чамусьці абавязкова ў лес. Вядома, можа, і ў лесе яны шукаюць іменна траву — не простую ўжо, звычайную, а нейкую рэдкую, лекавую. А можа і не траву шукаюць зусім, а ключык-крынічку «жывой вады» — непрыкметную, як лужынка, якая не высыхае і з найглыбейшых глыбінь выносіць цудадзейныя лекі.

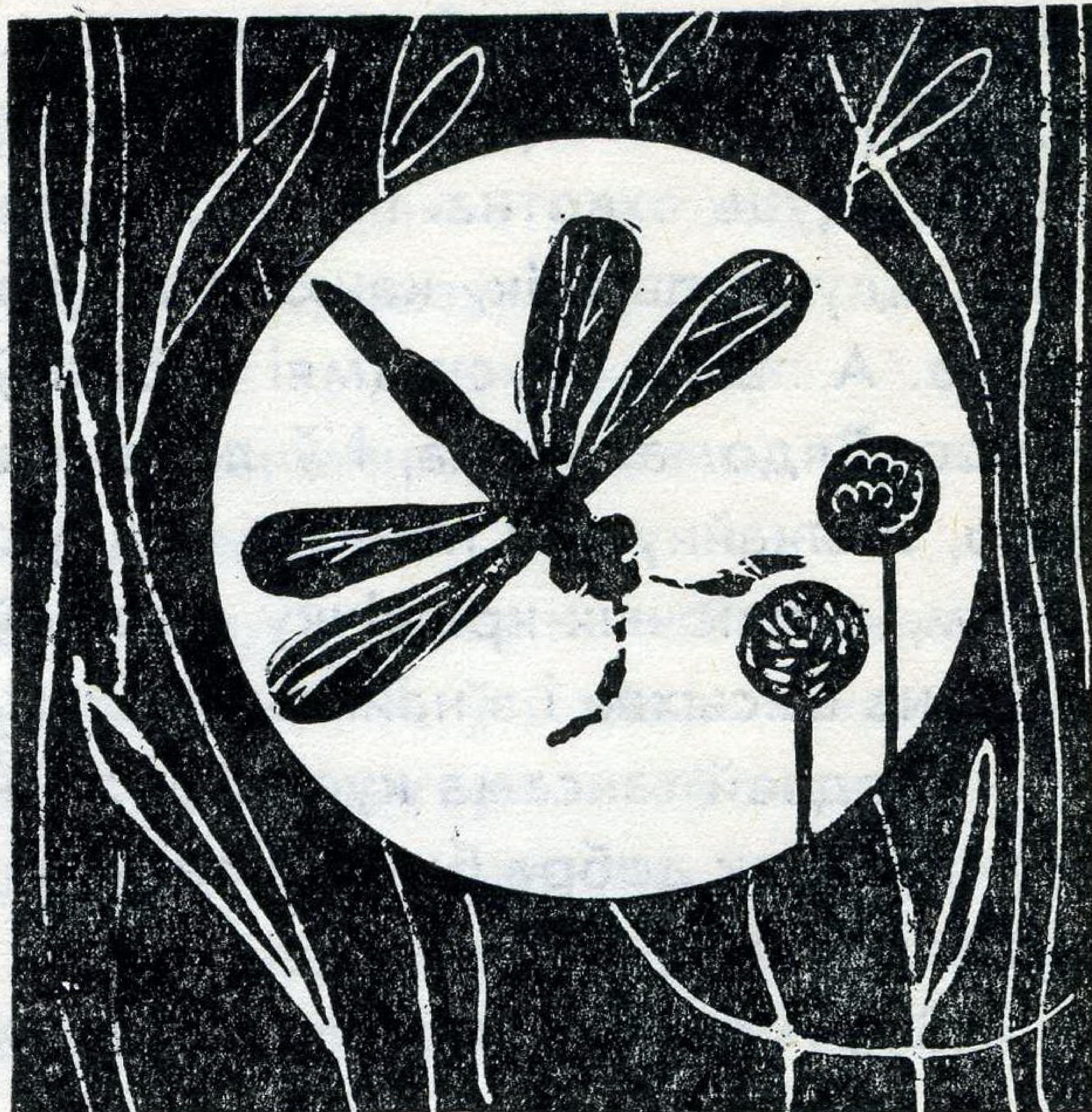
Людзей таксама кусаюць змеі. І людзі, на жаль, паміраюць часам ад укусаў. А як добра было б знайсці крынічку «жывой вады» або «чарадзейную траўку».

Вывучаючы мікраэлементы, мы можам толькі здзіўляцца, наколькі ўрачы старажытнасці часам мелі рацыю ў назначэнні тых ці іншых лякарстваў. Тады не было хіміка-фармацэўтычнай прамысловасці, не было навукова-даследчых інстытутаў і лабараторый. Не было каму вывучаць мікраэлементны састаў, напрыклад, каштоўных каменняў — рубіна, сапфіра, ізумруда і г. д. А ўрачы расціралі гэтыя камяні ў парашок і назначалі пры хваробах крыві, печані, страўнікова-кішэчнага тракту. І вылечвалі!

Прычым не толькі за кошт псіхатэрапеўтычнага эфекту, які адыгрываў, бясспрэчна, велізарную ролю: яшчэ б — есці каштоўныя каменні, плаціць за іх шалёныя грошы — і не паправіцца! Але і за кошт біялагічнага ўздеяння мікраэлементаў, якімі, як мы ведаем сёння, гэтыя каменні багатыя. І браліся ж іменна каменні, а не іх, аналагічныя ў хімічных адносінах, солі,— зноў жа, значэнне мае не толькі «хімія», але і «фізіка».

Цікава было б даведацца, як прыйшлі нашы продкі да думкі аб лекавай карысці каштоўных каменняў? Як вызначылі, пры якой хваробе дапамагае жэмчуг, а пры якой рубін? Ды і наогул, гэта цікава і важна не толькі ў адносінах да мікраэлементаў. Да многага, што прымянялася ў медыцыне стагоддзі назад, мы, на жаль, ставімся настолькі скептычна, што не імкнемся ні вывучыць, ні праверыць, ні хоць бы запомніць. Аспірын, напрыклад, прымяняў яшчэ Гіпакрат. Але і сёння няма лякарства, якое прымянялася б шырэй. Праўда, гэта ўжо тэма спецыяльнай размовы і, магчыма, павядзе яе ў будучым хто-небудзь з чытачоў гэтай кніжкі.

РАЗДЗЕЛ ВОСЬМЫ,
У ЯКІМ БУДЗЕ СКАЗАНА ПРА ТОЕ, ПРА ШТО АЎТАР НЕ ПАСПЕЎ СКАЗАЦЬ РАНЕЙ



Пра многае, вельмі пра многае можна было б яшчэ расказаць. Напрыклад, пра тое, як мікраэлементы ўплываюць на старэнне арганізма. Тая самая «высакародная» медзь, збіраючыся з гадамі ў целе чалавека, таксама як і мыш'як, ртуць, свінец і іншыя, «менш высакародныя» элементы, прыгнятае дзейнасць ферментаў і садзейнічае старэнню арганізма. Варта падумаць пра лякарства, якое магло б «ачышчаць» арганізм ад лішкаў элементаў у пажылым узросце.

Пажылых людзей становіцца на зямным шары ўсё больш. Нядаўна апублікаваныя даныя аб перапісе насельніцтва ў СССР паказваюць — насельніцтва старэе з усё ўзрастаючай хуткасцю. Калі ў 1939 годзе толькі 6,8 працэнта жыхароў мела ўзрост вышэй 60 гадоў, то ў 1959 — ужо 9,4, а яшчэ праз 10 гадоў — ужо 12 працэнтаў. Праўда, на Захадзе доля пажылых людзей яшчэ вышэй — каля 17 працэнтаў.

Адзін час лічылася, што пастарэнне насельніцтва звязана з павелічэннем працягласці жыцця, і ўспрымалася ледзь не як станоўчы паказчык. А потым людзі разабраліся і выявілі, што залежнасць тут проста процілеглая. З павелічэннем працягласці жыцця насельніцтва павінна маладзець. І толькі маладзець. А яно старэе.

Адсюль узнікае патрэбнасць «лячыць» старасць, каб чалавек і ў 60, і ў 70, і ў 80 гадоў быў не пенсіянерам, а актыўным тварцом матэрыяльных даброт.

Навука пра старэнне — геранталогія — зараз па праву называецца навукай будучыні. Я не буду пераказваць яе асноўныя тэорыі і палажэнні. Але што цікава — гэтак жа, як і машыны, чалавек старэе нераўнамерна. Заўсёды знаходзіцца нейкі слабы орган, які «здаецца» першы. Часцей за ўсё, гэта сэрца, мозг, печань, ныркі. У наш машынны век так і хочацца памарыць аб «запчастках».

Некалькі гадоў назад медыцына перажыла буйнейшую сенсацыю XX стагоддзя — перасадку сэрца. Не збіраючыся аспрэчваць неабходнасць і рэальнасць перасадак органаў, хачу сказаць, што ў тэхніцы ідуць яшчэ па адным шляху. Высветліўшы, што і дзе псуецца часцей за ўсё, робяць гэты вузел або мацнейшым (з іншага сплаву, таўсцей і г. д.) або вызваляюць яго ад часткі нагрузкі. Даруйце за грубае параўнанне, але гэты шлях мне асабіста здаецца больш перспектыўным і ў медыцыне. Варыянтаў яго рэалізацыі мноства. Ясна, што і ўздзеянне на абмен мікраэлементаў — адзін з першых. Але для гэтага трэба добра вывучыць патагенез розных захворванняў, якія маюць адносіны да старэння асобных органаў. І, магчыма, іменна парушэнне мікраэлементнага абмену «забяспечвае» з'яўленне старэчых змен у сасудах і сэрцы, мозгу і печані... І зусім не ўтопія назначэнне лякарства ад «старасці». Можа, гэта будуць ванны, можа, беленькія пілюлі...

А судова-медыцынскія праблемы? Гавораць, што Напалеона атруцілі мыш'яком. Ці можна праверыць гэта зараз, праз сто пяцьдзесят гадоў? Аказваецца, можна. Пазногці і валасы нават без бальзаміравання даволі добра захоўваюцца стагоддзямі, а яны якраз выбарча і накопліваюць мыш'як. Праверылі валасы Напалеона — сапраўды, наяўнасць мыш'яку значна павышана. Версія аб забойстве пацвердзілася.

...Каляровыя, а асабліва чорныя, кураняты растуць значна хутчэй за белых. Факт, які мае немалаважнае значэнне для сельскай гаспадаркі. А як бы ўсіх куранят зрабіць чорнымі? Пакуль гэта з навуковай фантастыкі, але ўсё ж... Мікраэлементшчыкам тут ёсць над чым падумаць.

...Муха, якая замерла паміж рам, зноў ажывае, як толькі прыгрэе сонейка. Прычым, гэта далёка не тое самае, што абуджэнне пасля зімовай спячкі мядзведзя або сурка. У млекакормячых у час спячкі тэмпература ніколі не зніжаецца ніжэй 28 градусаў, а муха замярзае па-сапраўднаму.

Чалавеку, відаць, таксама не шкодзіла б атрымаць магчымасць «кан-

сервавацца» на працяглы тэрмін. І для палётаў на іншыя планеты, і, як прапанаваў лаўрэат Ленінскай прэміі прафесар М. Амосаў, у выпадках невылечных пакуль хвароб — да таго часу, калі іх навучацца лячыць. Але як гэтага дабіцца? Чаму муха можа, а мы не можам?

Сёння адказу на гэтае пытанне няма, але з упэўненасцю можна сказаць, што далёка не апошнюю ролю ў магчымасці паглыбіцца ў падобную спячку адыгрываюць мікраэлементы. Бо ўсё астатняе — ферменты, вадкасці арганізма і іншае — замярзае, распадаецца на састаўныя часткі (як ва ўсіх жывёл) — і патрэбен каталізатар, які б не баяўся марозу, які быў бы здольны аднавіць з абломкаў нанава і ферменты, і кроў і г. д. Хутчэй за ўсё, такім каталізатарам можа быць толькі мікраэлемент. Цікавейшая праблема, безумоўна, і важная, і перспектыўная.

...У кітоў, як даказваюць спецыялісты, вельмі многа захворванняў, падобных на чалавечыя. Пакутуюць яны і ад карыёзу зубоў. А гэта ўжо вельмі дзіўна: па-першае, кіты не ўжываюць салодкага, па-другое, і перад сном і пасля сну і наогул круглыя суткі яны палошчуць рот, патрэцяе, у марской вадзе столькі мікраэлементаў, што пра дэфіцыт іх і гаварыць не даводзіцца. Але карыёз ёсць. Дык, можа, і ў чалавека хвароба зубоў развіваецца не ад салодкага і не ад недахопу фтору? Трэба вывучаць — і ў кітоў, і ў людзей...

Кадмій — вельмі мала вывучаны мікраэлемент. Яшчэ менш вядомы шляхі пападання яго ў атмасферу. А між тым, павелічэнне наяўнасці яго ў паветры ўсяго на тысячныя долі працэнта вельмі адмоўна адбіваецца на здароўі чалавека, выклікае сардэчна-сасудзістыя захворванні, у прыватнасці, гіпертанію. Тут ужо мікраэлементшчыкі павінны выступаць у ролі Шэрлока Холмса — адшукаць шляхі, якімі трапляе кадмій у паветра. Гэта пакуль якраз і невядома, бо прымяняецца ён вельмі абмежавана ў гальванічных элементах. Праўда, выкарыстоўваюць кадмій яшчэ і ў вытворчасці турбін рэактыўных рухавікоў. Але самі гэтыя рухавікі ў гарадах не прымяняюцца.

...Ёсць людзі сярэдняга росту, ёсць маленькія, ёсць гіганты. І хоць трагедыі ў гэтым няма, і ўсе неяк прыстасоўваюцца, выбіраючы па росту і адзенне, і мэблю, і нават прафесію, усё ж суб'ектыўныя нязручнасці застаюцца. Маленькія зайздросцяць вялікім, залішне вялікія хацелі б пакараціцца. І хоць медыкі ўжо ведаюць, ад чаго залежыць рост, і нават навучыліся вылучаць роставы гармон у чыстым выглядзе, рэгуляваць рост

можна пакуль толькі ў навукова-фантастычных раманах. Таму што ў састаў роставага гармона ўваходзіць 188 хімічных рэчываў і элементаў, і «сіла» гармона залежыць ад суадносін іх канцэнтрацый паміж сабой. Непачаты край работ для мікраэлементшчыкаў.

Дарэчы, аб росце. Хоць і сёння вакол нас людзей нізенькага росту даволі многа, у цэлым насельніцтва развітых краін стала вышэй. Прычым, стала — не тое слова. Становіцца. І словы з лермантаўскай паэмы: «Да, были люди в наше время...— богатыри — не вы...» мякка кажучы, не адпавядаюць ісціне. Людзі ўвесь час становяцца вышэйшыя і мацнейшыя.

Некалькі гадоў назад штотыднёвік «Неделя» правёў цікавы эксперымент: у Аружэйнай палаце, дзе захоўваецца баявая амуніцыя старадаўніх рускіх воінаў, прымерылі кальчугі на звычайных, сярэдняга росту, наведвальнікаў музея. І што вы думаеце — не палезлі ні на аднаго.

А вось статыстычна дакладныя даныя, якія датычаць прызыўнікоў у Швецыі. За 30 гадоў — з 1841 па 1870 гады рост іх у сярэднім павялічыўся на 2 см. А з 1850 па 1907 год у галандскіх навабранцаў — на 12 см.

Павелічэнне вагі ідзе паралельна павелічэнню росту. Усё разам па-навуковаму гэта называецца акселерацыяй — паскарэннем.

Праводзячы прыкладны разлік, можна сказаць, што былінныя волаты ў сёняшнім натоўпе на вуліцы не былі б пры-



кметныя, і што Ілья Мурамец або Мікіта Кажамяка наўрад ці змаглі б перамагчы нашага чэмпіёна Аляксандра Мядзведзя, а Вярнідуб не падняў бы большую вагу, чым адкрывальнік клуба «600» сярод штангістаў — Васіль Аляксееў.

Аднак тут акселерацыю я ўспомніў не дзеля казак. Акселерацыя — вялікая медыцынская і сацыяльная праблема. Да якога часу будзе яна працягвацца? Якімі тэмпамі? І наогул, што яе выклікае і для чаго яна патрэбна? Ясна, што на гэтыя пытанні адказы хацелася б атрымаць ужо сёння. Будаўніцтва памяшканняў і аўтамашын, тралейбусаў і самалётаў, а апрача гэтага, разлік неабходнай колькасці прадуктаў харчавання нельга правесці, не ведаючы, якога росту будуць людзі праз 10, 20, 30 і г. д. гадоў.

Але для гэтага трэба высветліць, ад чаго ўзнікае акселерацыя. Адназначнага адказу пакуль няма. Замест гэтага рознымі вучонымі выстаўляюцца розныя тэорыі, а паколькі іх многа, тэорый, то гэта першая прыкмета, што ні адна з іх не вырашае праблемы канчаткова. Не буду стамляць вас тлумачэннямі і пераказамі іх усіх, а спынюся толькі на той, што ў якасці прычыны акселерацыі называе мікраэлементы.

Вы не забылі пра братоў-блізнят, якія служылі ў Прыбалтыцы і на Далёкім Усходзе? Вось, прыкладна, такое ж тлумачэнне можна даць акселерацыі і ў цэлым. Паляпшэнне харчавання, павышэнне долі бялку ў ім, выкананне парад дзіцячых урачоў аб шырокім назначэнні дзецям сокаў і сырой гародніны — усё гэта крыніца пападання ў арганізм дабавачных порцый мікраэлементаў.

Вядома, нельга не згадзіцца з довадамі, што акселерацыя звязана з адменай дзіцячай працы, з лячэннем рахіта і гэтак далей. Відавочна, правільней прызнаць, што акселерацыя — вынік уздзеяння не аднаго, не двух і нават не трох фактараў, а дзесятка, кожны з якіх дзейнічае ледзьледзь, але ў суме яны даюць многае. Аднак і ў такім выпадку ўплыў мікраэлементаў застаецца вядучым.

Праўда, ні кожная з тэорый у паасобку, ні ўзятыя ўсе разам не адказваюць на пытанне — спыніцца чалавецтва калі-небудзь ці так і будзе «расці да неба». Спыніцца ўсё ж не шкодзіла б, хоць бы на ўзроўні двух метраў, а то ўяўляеце, як будуць выглядаць людзі гадоў праз 300, калі паскарэнне не спыніцца,— гэта будуць волаты па два з паловай, тры метры вышынёй.

...Вывучэнне мікраэлементаў, калі параўноўваць гісторыю навукі з кнігай, пакуль знаходзіцца дзесьці на першых старонках. Наперадзе яшчэ столькі цікавейшых адкрыццяў, захапляючых праблем, сенсацый.

Яны чакаюць вас, юныя чытачы, яны падганяюць вас — пачынайце вывучаць хутчэй, раней. Дзе вывучаць? Па-мойму, было б жаданне, а месца заўсёды знойдзецца. У любой школе можна арганізаваць гурток хіміі. А ёсць яшчэ і Дамы піянераў, і Станцыі юннатаў, і шмат усякіх іншых магчымасцей.

Нават проста знаёміцца з літаратурай, падабраць спецыяльную бібліятэчку — і то вялікая справа.

Кніга гэтая напісана ўрачом, таму, натуральна, мае медыцынскі ўхіл. Але праблема мікраэлементаў літаральна ўсеабдымная, і калі вы марыце пра біялогію, тэхніку, фізіку, геалогію, сельскую гаспадарку або радыёэлектроніку — можаце быць упэўнены — вывучэнне мікраэлементаў прынясе велізарную карысць і для гэтых прафесій. Калі ж вы вырашыце выбраць самую высакародную і ганаровую пасаду на зямлі — быць урачом,— будзе яшчэ лепш.

ЗМЕСТ

Раздзел першы,
у якім сцвярджаецца, што ўсё ў прыродзе ўзаемазвязана 3

Раздзел другі,
у якім аўтар скардзіцца на тое, як цяжка даследаваць мікраэлементы 9

Раздзел трэці,
у якім аўтар паспрабуе расказаць пра біялагічную ролю мікраэлементаў 17

Раздзел чацвёрты,
у якім значэнне вывучэння мікраэлементаў будзе ацэнена з іншага боку 32

Раздзел пяты,
у якім гаворыцца, што ў бліжэйшы час вывучэнню мікраэлементаў будзе ўдзяляцца яшчэ больш увагі 40

Раздзел шосты,
у якім расказваецца аб прымяненні мікраэлементаў у сельскай гаспадарцы 46

Раздзел сёмы,
у якім гаворыцца пра ізатопы і іншыя радыеактыўныя рэчывы, а таксама пра карысць казак і назіранняў за жывёламі 52

Раздзел восьмы,
у якім будзе сказана пра тое, пра што аўтар не паспеў сказаць раней 58

На белорусском языке

Владислав Зиновьевич Солоухин

ОДНА СТОТЫСЯЧНАЯ

Для детей среднего и старшего возраста

Издательство «Беларусь» Государственного комитета Совета Министров Белорусской ССР по печати. Минск, Ленинский проспект, 79.

Рэдактар А. Чаркасаў. Мастацкі рэдактар В. Жыжэнка.
Тэхнічны рэдактар Г. Федарук. Карэктар Р. Маўшовіч.

АТ 09906. Здадзена ў набор 27/V 1971 г. Падп. да друку 29/X 1971 г. Тыраж 8000 экз.
Фармат 70×90 $^{1}/_{16}$. Папера друк. № 1. Ум. друк. арк. 4,68. Уч.-выд. арк. 3,62. Зак. 813.
Цана 13 коп.

Паліграфічны камбінат імя Я. Коласа Дзяржаўнага камітэта Савета Міністраў Беларускай ССР па друку. Мінск, Чырвоная, 23.

13 к.